

PRESCRIPCIÓN, REGISTRO Y ELABORACIÓN DE INFORMES EN LA TERAPIA CON HACES DE FOTONES

Publicación: 1 de Septiembre de 1993
Edición española: 2 de Febrero de 1999

**COMISIÓN INTERNACIONAL DE UNIDADES
Y MEDIDAS DE RADIACIÓN**
7910 WOODMONT AVENUE
BETHESDA, MARYLAND 20814
USA

LA COMISIÓN INTERNACIONAL DE UNIDADES Y MEDIDAS DE RADIACIÓN

PARTICIPANTES EN LA ELABORACIÓN DE ESTE INFORME

Miembros de la Comisión

A. ALLISY, *Presidente*
A. M. KELLERER, *Vice Presidente*
R. S. CASWELL, *Secretario*
G. E. D. ADAMS
K. DOI
L. FEINENDEGEN
M. INOKUTI
I. ISHERWOOD
J. R. MALLARD
H. PARETZKE
H. H. ROSSI
A. WAMBERSIE
G. F. WHITMORE
L.S. TAYLOR, *Presidente Honorario y Miembro Emérito*

Consejero Científico Principal

H. O. WYCKOFF

Subsecretario

W. R. NEY

Desarrollo

H.G. EBERT

Promotor

A. WAMBERSIE
*Universidad Católica de Louvain
Bruselas, Bélgica*

Comité

T. LANDBERG, *Presidente*
*Hospital General de Malmö
Malmö, Suecia*
J. CHAUDAUDRA,
*Instituto Gustave-Roussy
Villejuif, Francia*
J. DOBBS
*Hospital King College
Londres, Inglaterra*
G. HANKS
*Fox Chase Cancer Center
Philadelphia, Pennsylvania, EE.UU.*
K. A. JOHANSSON
*Sahlgrenska Sjukhuset
Göteborg, Suecia*
T. MÖLLER
*Hospital Universitario
Lund, Suecia*
J. PURDY
*Washington University School of Medicine
St. Louis, Missouri, EE.UU.*

Asesores del Comité

A. AKANUMA
*Universidad de Tokyo
Tokyo, Japón*
J.-P. GERARD
*Centro Hospitalario Lyon Sur
Pierre-Bénite, Francia*
J.-C. HORIOT
*Centro G. F. Leclerc
Dijon, Francia*
N. SUNTHARALINGAM
*Hospital Universitario Tomas Jefferson
Philadelphia, Pennsylvania, EE.UU.*

La Comisión desea expresar su agradecimiento a las personas involucradas en la elaboración de este informe, por el tiempo y el esfuerzo dedicado a esta tarea, y expresar su agradecimiento a las organizaciones a las cuales están vinculados. La Comisión desea expresar su agradecimiento al Dr. T. Landberg, del Hospital General de Malmö, y al Dr. A. Wambersie, de la Universidad Católica de Louvain por proporcionar los fondos que han hecho posible incluir en este informe ilustraciones en color.

Prefacio

Campo de acción de las actividades de la ICRU

La Comisión Internacional de Unidades y Medidas de Radiación (ICRU), desde sus inicios en 1925, ha tenido como su principal objetivo el desarrollo de recomendaciones que puedan ser aceptadas internacionalmente, relativas a:

1. Magnitudes y unidades de radiación y radiactividad.
2. Procedimientos apropiados para la medida y aplicación de estas magnitudes en radiología y radiobiología clínica.
3. Datos físicos necesarios para la aplicación de estos procedimientos, cuyo uso tiende a asegurar uniformidad en la información.

La comisión también hace recomendaciones de este tipo en el campo de la protección radiológica. En esta área, su trabajo se lleva a cabo en estrecha cooperación con la Comisión Internacional de Protección Radiológica (ICRP).

Propósito

La ICRU se esfuerza en recopilar y evaluar los datos e informaciones más recientes, referentes a los problemas de la medida de la radiación y la dosimetría, recomendando los valores y técnicas más aceptables para su uso.

Las recomendaciones de la Comisión se mantienen en permanente revisión para estar al día de la rápida expansión del uso de la radiación.

La ICRU opina que es responsabilidad de las organizaciones nacionales introducir sus propios y detallados procedimientos técnicos para el desarrollo y mantenimiento de las normas. Sin embargo, insta a que todos los países se adhieran, en la medida de lo posible, a los conceptos básicos sobre magnitudes y unidades de radiación recomendados internacionalmente.

La Comisión cree que su responsabilidad se sitúa en el desarrollo de un sistema de magnitudes y unidades con el mayor rango posible de aplicabilidad. Ocasionalmente, puede parecer aconsejable solucionar un problema concreto. Sin embargo, en general, la Comisión cree que las acciones basadas en la conveniencia son poco aconsejables a largo plazo desde muchos puntos de vista, e intenta basar sus decisiones en la esperanza de obtener ventajas de largo alcance.

La ICRU invita y agradece los comentarios y sugerencias constructivas respecto a sus recomendaciones e informes. Éstos deben ser remitidos al presidente.

Programa actual

La Comisión ha dividido sus campos de interés en doce áreas técnicas y ha asignado a uno o más miembros de la Comisión la responsabilidad de identificar, en cada área, temas potenciales para nuevas actividades de ICRU. Cada área es revisada periódicamente por sus responsables. Las recomendaciones para cada nuevo informe son revisadas por la Comisión y se les asigna una prioridad. Las áreas técnicas son:

- Radioterapia
- Radiodiagnóstico
- Medicina Nuclear
- Radiobiología
- Radiactividad
- Física de la Radiación (Rayos X, Rayos gamma y electrones)
- Física de la Radiación (neutrones y partículas pesadas)
- Protección Radiológica
- Química Radiológica
- Datos Críticos
- Aspectos Teóricos
- Magnitudes y Unidades

La preparación de los informes ICRU es llevada a cabo por los comités de informes ICRU. Uno o más miembros de la Comisión son responsables de cada comité, estando estrechamente coordinados con la Comisión. Los comités de informes actualmente en activo son:

- Estándares de Dosis Absorbida para Irradiación con Fotones y su Divulgación
- Dosimetría de Rayos Beta para Protección Radiológica
- Dosimetría Clínica de Neutrones (Especificaciones de la Calidad del Haz)
- Determinación de las Cargas Corporales por Radionucleidos
- Especificaciones de Dosis para Informes de Terapia Intersticial
- Magnitudes y Unidades Fundamentales
- Fundamentos de Contaje de Partículas Aplicados a la Radiactividad
- Hipertermia

Espectrometría Gamma Ambiental “*in situ*”
Aplicaciones Médicas de Rayos Beta
Realización de la Valoración en la Representación Digital de Imágenes
Prescripción, Registro y Elaboración de Informes de Haces Terapéuticos de Electrones
Terapia con Protones
Relaciones entre Magnitudes de Protección Radiológica y de Radiación Externa (junto con ICRP)
Análisis ROC
Espectro de Electrones Secundarios Producidos por Interacciones de Partículas Cargadas
Aspectos Estadísticos de Muestras Ambientales
Poderes de Frenado para Iones Pesados
Sustitutos del Tejido, Características de Tejidos Biológicos y Maniqués para Ultrasonidos

Relaciones de la ICRU con otras organizaciones

Además de su estrecha relación con la Comisión Internacional de Protección Radiológica, la ICRU ha mantenido relaciones con otras organizaciones interesadas en los problemas de las unidades y medida de las magnitudes radiológicas. Desde 1955, la ICRU mantiene una relación oficial con la Organización Mundial de la Salud (OMS) por la cual la ICRU ha cuidado de las directrices primarias en materia de medidas y unidades radiológicas y, por otra parte, la OMS ayuda a la divulgación por todo el mundo de las recomendaciones de la Comisión. En 1960, la ICRU entró como asesor de la Organización Internacional de Energía Atómica. La Comisión mantiene una relación formal con el Comité Científico de las Naciones Unidas sobre los Efectos de la Radiación Atómica (UNSCEAR), por lo que los observadores ICRU están invitados a asistir a las reuniones del UNSCEAR. La Comisión y la Organización Internacional de Estandarización (ISO) intercambian, informalmente, información de sus reuniones, y la ICRU está designada formalmente como enlace entre dos de los Comités Técnicos de la ISO. La ICRU también intercambia informes definitivos con las siguientes organizaciones:

Oficina Internacional de Metrología Legal
Oficina Internacional de Pesas y Medidas
Comisión de las Comunidades Europeas
Consejo para la Organización Internacional de Ciencias Médicas
Organización de Alimentos y Agricultura de las Naciones Unidas
Consejo Internacional de las Uniones -Agrupaciones- Científicas
Comisión Internacional de Electrotécnica
Oficina Internacional del Trabajo
Organización Internacional de Física Médica
Asociación Internacional de Protección Radiológica
Unión Internacional de Física Pura y Aplicada
Organización de las Naciones Unidas de Educación, Ciencia y Cultura

La Comisión ha encontrado sus relaciones con todas estas organizaciones fructuosas y de sustancialmente beneficiosas en el programa ICRU. Las relaciones con estas organizaciones internacionales no afectan a la afiliación de la ICRU con la Sociedad Internacional de Radiología.

Financiación

En los primeros días de su existencia, la ICRU actuaba esencialmente basándose en el voluntariado, siendo los costes de viajes y organización sostenidos por las organizaciones a las que pertenecían los participantes (inicialmente sólo fue posible la ayuda simbólica de la Sociedad Internacional de Radiología). Reconociendo la imposibilidad de continuar con este modo de funcionamiento de forma indefinida, se procuraron fondos de operación procedentes de varias fuentes.

Durante los últimos diez años, el soporte financiero se ha recibido de las siguientes organizaciones:

Laboratorios ADAC
Agfa-Gavaert. N.V.
Sociedad Americana para la Terapia Radiológica y Oncológica
Consejo para el Control de la Energía Atómica.
Bayer AG
Consejo de las Centrales Eléctricas Generadoras
CGR Corporación Médica
Comisariado de la Energía Atómica
Comisión de las Comunidades Europeas
Sociedad Holandesa de Radiodiagnóstico
Eastman-Kodak Company
Ebara Corporation
E.I. Dupont de Nemours y Cía
Eléctrica Francesa
Elscont
Sistemas Médicos Fuji
Foto Fuji
General Electric Company
Gilbert X-Ray Company

Hitachi, Ltd.
Agencia Internacional de la Energía Atómica
Asociación Internacional de Protección Radiológica
Sociedad Internacional de Radiología
Asociación Radiológica Italiana
Asociación de Industrias Japonesas de Aparatos de Radiación
Konica Corporation
Instituto Nacional del Cáncer del Departamento de Servicios y Salud Humana de U.S.
Asociación Nacional de Fabricantes Eléctricos
Instituto Nacional de Ciencias Radiológicas de Japón
N.V. Phillips Gloielampenfabrieken
Philips Medical Systems, Incorporated
Pyne Corporation
Sociedad de Investigación en Radiación
Scanditronix AB
Shimadzu Corporation
Siemens
Sociedad de Medicina Nuclear
Industrias Pesadas Sumitomo, Ltd
Theratronics
Toshiba Corporation
Hospital Universitario, Lund, Suecia
Organización Mundial de la Salud
Xerox Corporation

Además del soporte monetario directo de estas organizaciones, muchas otras proporcionan soporte indirecto para los programas de la Comisión. Esta ayuda se distribuye de varias formas, entre otras, subsidios para (1) el tiempo de participación individual en las actividades ICRU, (2) coste de viajes de reuniones ICRU, y (3) instalaciones y servicios para sus reuniones. En reconocimiento al hecho de que su trabajo es posible gracias a la generosa aportación de todas las organizaciones que soportan su programa, la Comisión expresa su más profundo agradecimiento.

ANDRE ALLISY
Presidente, ICRU
Sèvres, Francia
1 de Septiembre de 1993

Sinopsis

Cuando se administra radioterapia, deben ser especificados parámetros tales como el volumen y la dosis con diferentes propósitos: prescripción, registro y elaboración de informes. Es importante que se usen conceptos y parámetros claros, bien definidos e inequívocos, con el fin de elaborar informes asegurando un lenguaje común entre diferentes centros. Además, resulta conveniente emplear la misma terminología para prescribir y registrar el tratamiento.

Finalidad de la Terapia

Es importante definir el propósito de la terapia (radical o paliativa), ya que influye en la elección del volumen a tratar, la dosis de radiación y la técnica de tratamiento.

Volúmenes

Es imperativo definir de un modo claro y conciso los volúmenes a tratar con las dosis prescritas, independientemente de la técnica que vaya a ser usada. Esto nos conduce a los conceptos de: *GTV*¹ (*Volumen Tumor Macroscópico*) y *CTV*² (*Volumen Blanco Clínico*).

Volumen Tumor Macroscópico

El Volumen Tumor Macroscópico (GTV) es la extensión y localización expresa, palpable o visible/demostrable del crecimiento maligno.

Volumen Blanco Clínico

El Volumen Blanco Clínico (CTV) es un volumen de tejido que contiene un GTV y/o enfermedad microscópica subclínica maligna que debe ser eliminada. Este volumen debe ser tratado adecuadamente, para alcanzar la finalidad de la terapia: curación o paliación.

De esta forma el CTV es, por tanto, un concepto anatómico y clínico, que debe ser definido *antes* de elegir la modalidad y técnica de tratamiento.

En terapia de haces externos, deberán añadirse márgenes alrededor del CTV para compensar los efectos de movimientos de órganos y paciente, así como las imprecisiones del haz y de la colocación del paciente. Esto nos lleva al concepto de Volumen Blanco de Planificación (PTV³).

Volumen Blanco de Planificación

El Volumen Blanco de Planificación (PTV) es un concepto geométrico y se define para seleccionar los tamaños y configuraciones apropiados de los haces, teniendo en cuenta los efectos netos de todas las posibles variaciones geométricas e imprecisiones de modo que se asegure que la dosis prescrita es realmente absorbida en el CTV.

El Volumen Blanco de Planificación es así un concepto estático y geométrico, usado para la planificación de tratamientos y especificación de la dosis. Su forma y tamaño depende principalmente del CTV, pero también de la técnica de tratamiento usada.

Dependiendo de la técnica de tratamiento, pueden identificarse dos volúmenes más: Volumen Tratado y Volumen Irradiado.

Volumen Tratado

El Volumen Tratado es aquel volumen encerrado por una superficie de isodosis, seleccionada y especificada por el oncólogo radioterapeuta como la apropiada para alcanzar el propósito del tratamiento (p.ej., erradicación del tumor o paliación).

Volumen Irradiado

El Volumen Irradiado es aquel volumen de tejido que recibe una dosis considerada significativa en relación con la tolerancia del tejido normal.

Órganos de Riesgo

Por otra parte, ha de prestarse atención a los tejidos normales.

¹ Del inglés *Gross Tumor Volume*.

² Del inglés *Clinical Target Volume*.

³ Del inglés *Plannig Target Volume*.

Los órganos de riesgo son aquellos tejidos normales cuya sensibilidad a la radiación puede influir significativamente en la planificación del tratamiento y/o en la dosis prescrita.

Recomendaciones Generales para la Elaboración de Informes Dosimétricos

En el informe deben incluirse la dosis en el centro del Volumen Blanco de Planificación o en un punto próximo al centro, así como las dosis máxima y mínima en el PTV. Cuando sea posible, puede ser útil proporcionar información adicional (como la dosis media, su desviación estándar e histogramas de dosis/volumen).

El Punto de Referencia ICRU

El presente sistema de recomendaciones para la elaboración de informes está basado en la elección de un punto dentro del PTV, que es llamado el *Punto de Referencia ICRU*.

El *Punto de Referencia ICRU* debe ser seleccionado de acuerdo con los siguientes criterios generales:

- la dosis en el punto debe ser clínicamente relevante y representativa de la dosis en todo el Volumen Blanco de Planificación (PTV),
- el punto debe ser fácil de definir de forma clara e inequívoca,
- el punto debe seleccionarse donde la dosis pueda ser determinada con precisión (precisión física),
- el punto debe ser seleccionado en una región donde no existan gradientes de dosis pronunciados.

Estas recomendaciones se cumplirán si el Punto de Referencia ICRU se localiza, primero, en el centro o en la parte central del Volumen Blanco de Planificación y, segundo, en los ejes centrales de los haces o en sus proximidades.

En algunas situaciones no es posible definir el Punto de Referencia ICRU en el centro del Volumen Blanco de Planificación. En estas condiciones, se debe seleccionar dentro del tejido que representa el PTV y en un lugar donde la especificación de la dosis se considere significativa. Este lugar puede ser la región donde la densidad de células tumorales se considere máxima.

La dosis en el Punto de Referencia ICRU es la *Dosis de Referencia ICRU*.

Variación de la dosis en el Volumen Blanco de Planificación

Como requerimiento mínimo, se especificarán las dosis máxima y mínima en el PTV, junto con la dosis en el Punto de Referencia ICRU. Los tres valores de dosis representan la dosis en el Volumen Blanco Clínico y la variación de dosis.

Cuando sea posible, también deberían especificarse otros valores de dosis, considerados importantes (p.ej., dosis media y su desviación estándar, histogramas dosis/volumen y dosis ponderadas biológicamente).

Tres niveles de planificación para la elaboración de informes

El nivel de acabado y precisión en la información de la irradiación terapéutica depende, en gran parte, de la dotación del servicio y del propósito del tratamiento. Por diferentes consideraciones prácticas y clínicas, se pueden identificar diferentes niveles de ambición en la evaluación de la dosis:

Nivel 1: Técnicas básicas

Las exigencias mínimas para la elaboración de informes pueden ser seguidas en todos los centros, incluyendo aquéllos con limitados recursos humanos y de equipamiento terapéutico, dosimétrico e informático. En cualquier centro, cuando se realicen tratamientos sencillos (p.ej., algunos tratamientos paliativos), este nivel mínimo puede ser en ocasiones suficiente.

En este nivel, se asume que puede determinarse la dosis en el Punto de Referencia ICRU, así como una estimación de las dosis máxima y mínima en el PTV.

Nivel 2: Técnicas avanzadas

En este nivel, la planificación estándar permite un intercambio de información más relevante y completo entre diferentes centros. En este nivel, se asume que el GTV, el CTV y el PTV pueden definirse en uno o más planos (secciones) usando métodos fidedignos de adquisición de datos del paciente, y/o técnicas modernas de imagen bajo condiciones fiables (p.ej., series de imágenes de TC y/o RMN). También se asume que se calcula la distribución completa de la dosis en el plano central y en otros planos (secciones), usando únicamente datos de dosis del eje central y, si es necesario, con corrección por inhomogeneidades.

Nivel 3: Técnicas en desarrollo

La realización de la planificación en el nivel 3 posibilita el desarrollo de nuevas técnicas y la investigación clínica en radioterapia. En este nivel se dispone de la planificación 3-D para cualquier disposición de haces (como los haces no coplanares) y la realización de histogramas dosis/volumen.

NB: En resumen, los tres niveles pueden definirse como sigue:

- Nivel 1: Se dispone únicamente de la dosis en el Punto de Referencia y la variación a lo largo del eje central del haz.
- Nivel 2: Las distribuciones de dosis se pueden calcular sobre uno o más planos.
- Nivel 3: Las distribuciones de dosis se pueden calcular en volúmenes.

En cualquier nivel, deben especificarse la dosis en el Punto de Referencia ICRU y las mejores estimaciones de las dosis máxima y mínima en el PTV.

CONTENIDOS

Prefacio.....	iii
Sinopsis.....	vii
1. Introducción.....	1
2. Definición de Términos y Conceptos.....	3
2.1 Las Diferentes Etapas en el Procedimiento Radioterapéutico.....	3
2.2 Finalidad de la Terapia.....	3
2.3 Volúmenes.....	4
2.3.1 Volumen Tumor Macroscópico (GTV).....	6
2.3.2 Volumen Blanco Clínico (CTV).....	6
2.3.3 Volumen Blanco de Planificación (PTV).....	7
2.3.4 Volumen Tratado.....	16
2.3.5 Volumen Irradiado.....	16
2.3.6 Órganos de Riesgo.....	19
2.4 Distribución de la Dosis Absorbida.....	19
2.4.1 Variación de la Dosis en el Volumen Blanco de Planificación.....	19
2.4.2 Representación de la Distribución Espacial de Dosis.....	21
2.4.3 Dosis Máxima (D_{max}).....	21
2.4.4 Dosis Mínima (D_{min}).....	21
2.4.5 Dosis Media (D_{med}).....	22
2.4.6 Mediana de la Dosis ($D_{mediana}$).....	22
2.4.7 Moda de la Dosis (D_{moda}).....	22
2.4.8 Puntos Calientes.....	22
3. Recomendaciones para la Elaboración de Informes.....	29
3.1 Introducción.....	29
3.2 Recomendaciones Generales para Informar sobre Volúmenes.....	29
3.2.1 Volumen Tumor Macroscópico.....	29
3.2.2 Volumen Blanco Clínico.....	29
3.2.3 Volumen Blanco de Planificación.....	29
3.2.4 Volumen Tratado.....	30
3.2.5 Volumen Irradiado.....	30
3.3 Recomendaciones Generales para la Elaboración de Informes Dosimétricos.....	30
3.3.1 El Punto de Referencia ICRU.....	30
3.3.2 La Dosis de Referencia ICRU.....	35
3.3.3 La Variación de la Dosis en el Volumen Blanco de Planificación.....	35
3.3.4 Los Tres Niveles de Evaluación de la Dosis para la Elaboración de Informes.....	35
3.3.4.1 Nivel 1: Técnicas Básicas.....	35
3.3.4.2 Nivel 2: Técnicas Avanzadas.....	35
3.3.4.3 Nivel 3: Técnicas en Desarrollo.....	36
3.4 Volumen Blanco de Planificación Único.....	38
3.4.1 Configuraciones Simples de Haces.....	38
3.4.2 Configuraciones Complejas de Haces.....	38
3.5 Tratamientos Complejos con más de un Volumen Blanco de Planificación.....	39
3.5.1 Introducción.....	39
3.5.2 Volúmenes Blanco de Planificación Adyacentes.....	39
3.5.3 Volúmenes Blanco de Planificación Superpuestos.....	39
3.5.3.1 Nivel 1.....	39
3.5.3.2 Niveles 2 y 3.....	39
3.6 Órganos de Riesgo.....	39
3.7 Puntos Calientes.....	39

Apéndice I	Requisitos Mínimos para la Documentación y Recomendaciones para Describir las Técnicas en la Realización de Informes	41
I.1	Requisitos Mínimos para la Documentación	41
I.2	Descripción de la Técnica de Tratamiento, Incluyendo los Métodos de Planificación, Cálculo Control, con el Propósito de Realizar Informes	46
I.2.1	Planificación del Tratamiento	46
I.2.2	Técnica	49
I.2.3	Cálculo de la Dosis Absorbida	49
I.2.4	Control de Calidad	49
I.2.5	Comentarios Especiales	49
Apéndice II	Ejemplos del Uso de las Recomendaciones con Diferentes Configuraciones de Campos	51
Apéndice III	Valoración Relativa de la Dosis Central, Dosis Mínima y Dosis Media en la Elaboración de Informes	67
Referencias	69
Informes ICRU	71
Índice	75

Prescripción, Registro y Elaboración de Informes en la Terapia con Haces de Fotones

1. Introducción

Cuando se administra radioterapia a un paciente, el oncólogo radioterapeuta suele prescribir la dosis⁴ tanto a la zona enfermedad maligna como a los tejidos normales relevantes. El terapeuta también registra las dosis administradas durante el tratamiento a varios volúmenes o puntos en los tejidos con el fin de que queden documentadas. Las dosis también se especificarán en los informes. Las recomendaciones de este informe se han pensado para ser aplicables a la mayor parte de las situaciones clínicas, pasadas o presentes, y en la mayoría de centros de radioterapia.

La especificación de volúmenes y dosis debe realizarse para diferentes propósitos:

- la prescripción,
- el registro (para incluirlo en la hoja de tratamiento) y
- la elaboración de informes.

En principio, prescripciones, registros e informes del procedimiento radioterapéutico han de ser tan completos y precisos como sea posible y deben contener información adecuada y explícita de la enfermedad del paciente, los volúmenes irradiados, los parámetros físicos y la técnica de irradiación, el tiempo total de tratamiento y el esquema de fraccionamiento. En algunas ocasiones se puede considerar que factores adicionales a los ya mencionados tienen implicaciones clínicas, por lo que deben registrarse y, tal vez, incluirse en el informe.

Tales especificaciones sirven a varios propósitos:

- a. permiten al oncólogo radioterapeuta mantener una línea de tratamiento y perfeccionarla a la luz de la experiencia;
- b. permiten al oncólogo radioterapeuta comparar los resultados del tratamiento con los de otros colegas del servicio;
- c. permiten a otros oncólogos radioterapeutas beneficiarse de la experiencia del servicio;
- d. permiten comparar significativamente los resultados de los tratamientos del servicio con los de otros centros sin tener acceso a los datos originales y completos. Esto es particularmente importante en estudios multicéntricos, para mantener los parámetros del tratamiento bien definidos, constantes y reproducibles.

Se observará que todas estas funciones, excepto la primera, están pensadas para facilitar la comunicación. De hecho, es poco efectivo elaborar informes del tratamiento si los datos no pueden ser interpretados por otros profesionales de este campo. Por tanto, se considera esencial adoptar un método común en la elaboración de informes y registros. Las recomendaciones dadas aquí, sin embargo, deben otorgar alguna libertad al oncólogo radioterapeuta para usar diferentes métodos de prescribir la dosis, aunque la prescripción, registro e informe no deben ser ambiguos.

El resultado del tratamiento puede ser correctamente interpretado sólo si los parámetros de la irradiación, en particular la distribución de dosis en el espacio y en el tiempo, pueden ser correlacionados de forma precisa con la extensión clínica y patológica de la enfermedad.

Sin embargo, esta evidencia está todavía lejos de llevarse a la práctica. Muchos oncólogos radioterapeutas y radiofísicos están tan acostumbrados al estilo y normas de sus servicios que pueden sorprenderse al conocer que sus informes son ambiguos, imprecisos, e incluso incomprensibles para otros. Desgraciadamente, hay evidencias importantes de que, a menudo, éste es el caso. No es infrecuente que el informe de un tratamiento sea insuficientemente explícito, y carezca de detalles adecuados para permitir que el tratamiento sea repetido o evaluado sin recurrir al centro de origen para ampliar la información.

Aunque es deseable una descripción completa de los datos de cada paciente, en la práctica, la cantidad de información que puede especificarse en muchas situaciones es limitada, p.ej., en una publicación. Además, no está siempre disponible una información completa de cada paciente, que incluya la extensión de la enfermedad y la distribución de dosis individual. Por

⁴ Si no se afirma otra cosa, dosis se toma en este informe como dosis absorbida.

tanto, nos enfrentamos con el problema de seleccionar un conjunto mínimo de datos para registrar y elaborar el informe, que deben ser los más relevantes para valorar los resultados del tratamiento.

Se espera que el rápido desarrollo de las nuevas técnicas para la adquisición de datos del paciente (por ejemplo, la tomografía computarizada, la resonancia magnética, la medicina nuclear y los ultrasonidos) y el uso de los sistemas de manipulación de imágenes aumentarán la complejidad de la radioterapia y ésto acentuará la necesidad de directrices generales y rigurosas. Es igualmente importante que los criterios recomendados se mantengan tanto si el tratamiento es básico como si es complejo. Así, los métodos para especificar las dosis deben ser casi independientes de la finalidad de la terapia, de la técnica de tratamiento, de la información anatómica, y de la capacidad de cálculo y los métodos empleados.

La necesidad de seleccionar un subconjunto de datos adquiere su máxima importancia por el creciente uso de sistemas computarizados para la adquisición y registro de los datos del paciente y la planificación de tratamientos. La información registrada en estos sistemas ha llegado a ser muy extensa. Así, se obtiene cada vez más información sobre los tratamientos y esto puede mejorar nuestra comprensión de sus resultados, consiguiendo que los datos de entrada y salida sean válidos y carezcan de ambigüedad.

La ICRU ha considerado oportuno publicar una serie de informes sobre la administración y especificación de la dosis. Así, un temprano Informe ICRU (Report 23 [ICRU, 1973]) describe la medición de dosis en un maniquí irradiado por un haz único de rayos X o gamma. Un posterior informe ICRU (Report 24 [ICRU, 1976]) describe la determinación de dosis en un paciente irradiado por haces de rayos X o gamma en procedimientos radioterapéuticos y define una serie de términos importantes en estos procedimientos. Las definiciones de ciertos términos y conceptos usados en radioterapia, así como recomendaciones para la especificación de la dosis en informes de terapia con haces externos de fotones y electrones, se dieron en un tercer informe ICRU (Report 29 [ICRU, 1978]) y en un cuarto informe (Report 38 [ICRU, 1985]) se dieron las recomendaciones sobre especificación de dosis y volúmenes para la elaboración de informes de terapia intracavitaria en ginecología. La dosimetría de haces de electrones con energías entre 1 y 50 MeV se describió en el Informe 35 (ICRU, 1984). El uso de ordenadores en haces externos de radioterapia con fotones y electrones de alta energía se analizó en el Informe 42 (ICRU, 1987).

Ahora, más de una década después de la publicación del Informe 29 (ICRU, 1978), se han hecho precisas nuevas interpretaciones de los conceptos y más directrices para la aplicación de las recomendaciones, de modo que puedan ser usadas más ampliamente. Además, el uso creciente de los ordenadores en radioterapia, que ha permitido, entre otras cosas, una evaluación más apropiada de la distribución tridimensional de la dosis, ha cambiado la práctica clínica. Por tanto, se cree apropiado poner al día las recomendaciones dadas en 1978 y este es el propósito del presente informe. Se han repetido ampliamente las recomendaciones previas dadas en 1978, pero algunas definiciones y recomendaciones han sido clarificadas o modificadas (p.ej., las definiciones de volúmenes, Sección 2.3, y los principios generales para la especificación de dosis en el blanco, Sección 3). Las recomendaciones se aplican a la realización de informes pero son útiles en todas las etapas del procedimiento radioterapéutico. Es de esperar que sean adoptadas en la práctica diaria.

2. Definición de Términos y Conceptos

2.1 Las Diferentes Etapas en el Procedimiento Radioterapéutico

La decisión de emplear la radioterapia como modalidad de tratamiento debe basarse en un adecuado procedimiento clínico que incluya la confirmación del diagnóstico histológico, estadio, etc. En el curso de la radioterapia, deben tenerse en cuenta diferentes etapas sucesivas, como se ilustra en la Fig. 2.1.

La especificación de volúmenes y dosis sirve a tres propósitos, a saber:

- prescripción,
- registro (documentación) y
- elaboración de informes.

La prescripción del tratamiento con radiaciones incluye una declaración de la finalidad de la terapia (Sección 2.2), la definición de volúmenes (Sección 2.3) y la especificación de la dosis prescrita (Sección 2.4), así como otros parámetros de tratamiento, p.ej., el fraccionamiento. La prescripción del tratamiento es una decisión clínica, basada en el juicio y la experiencia del oncólogo radioterapeuta para cada tipo de enfermedad y situación clínica. La prescripción de la dosis depende de la finalidad de la terapia (erradicación del tumor o paliación). Sin embargo, también debe tenerse en cuenta la tolerancia del tejido normal circundante, lo que puede modificar la dosis prescrita. La dosis prescrita, con una variación aceptable, ha de administrarse a cada volumen de tejido definido de interés. Debe establecerse una prescripción provisional del tratamiento en el momento en que se decide el uso de la radioterapia. Cuando se aplica una técnica de tratamiento estándar (p.ej., de acuerdo con los criterios del servicio o según un protocolo) a menudo es posible tener suficiente conocimiento de la distribución de dosis probable, de forma que la prescripción provisional no varíe durante el proceso de planificación. Sin embargo, este no es siempre el caso y entonces la prescripción debe ser modificada durante la planificación del tratamiento (procedimiento de retroalimentación).

Si la intención terapéutica se cambia, por ejemplo, de radical a paliativa (Sección 2.2), entonces puede resultar inadecuado mantener la prescripción provisional, por lo que sería necesario modificarla para obtener la prescripción final.

El oncólogo radioterapeuta debería tener libertad para prescribir a su modo, utilizando principalmente la práctica habitual para conseguir el resultado clínico esperado. Sin embargo, la prescripción debería ser siempre inequívoca y comprensible para todo el personal del servicio y debería permitir la posterior inclusión de detalles para la realización de informes y registros.

El registro de los parámetros relacionados con el tratamiento (ver Apéndice I, Tabla I.1) debe ser posible a lo largo de todo el procedimiento, tal como se indica en la Fig. 2.1, y debe elaborarse un sumario de forma inequívoca.

El informe del tratamiento deberá ser inequívoco y suficientemente detallado para satisfacer las afirmaciones hechas en la introducción (Sección 1). En contraste con lo que ocurre en la prescripción, el oncólogo radioterapeuta y el radiofísico no tienen libertad al informar sobre datos fundamentales de volúmenes y dosis. Las recomendaciones para la inclusión en los informes de los distintos parámetros se dan en la Sección 3, y varias aplicaciones de éstas en el Apéndice I.

2.2 Finalidad de la Terapia

- Tratamiento Radical de Enfermedades Malignas.* La finalidad de la radioterapia radical (“radioterapia curativa”) es disminuir el número de células tumorales hasta un nivel con el que se consiga el control local permanente del tumor. Los volúmenes a irradiar deben incluir todo tumor manifiesto y también aquellos volúmenes en los que es probable la diseminación subclínica de la enfermedad. Con frecuencia, estos diferentes volúmenes serán irradiados con diferentes dosis. En el tratamiento radical de enfermedades malignas, los límites anatómicos del tumor pueden, en ocasiones, no ser manifiestos. Cuando el tumor ha sido eliminado previamente (p.ej., mediante mastectomía o histerectomía), el tejido que queda puede contener enfermedad subclínica cuyos límites no pueden ser demostrados clínicamente.
- Tratamiento Paliativo de Enfermedades Malignas.* El objetivo de la radioterapia paliativa es disminuir los síntomas de la enfermedad maligna (p.ej., el dolor). El tratamiento paliativo de la enfermedad maligna puede incluir todo el tumor manifiesto o sólo una parte del mismo (p.ej., la irradiación de la columna vertebral por un depósito tumoral que provoque dolor en un caso de metástasis ampliamente extendidas).
- Enfermedades no Malignas.* La radioterapia de procesos no malignos puede incluir todos los tejidos afectados o sólo una parte de los mismo (p.ej., la irradiación de dermatosis).

Las recomendaciones de este informe se basan en la situación A pero, en principio, también son aplicables a las situaciones B y C.

2.3 Volúmenes

El proceso para determinar los volúmenes en el tratamiento de enfermedades malignas se desarrolla en varias etapas. Pueden definirse distintos volúmenes, a menudo con concentraciones variables de células malignas sospechadas o manifiestas. Además, han de tenerse en cuenta los posibles cambios de las posiciones relativas de los volúmenes y de los haces durante el tratamiento, *v.gr.*, movimientos de los tejidos/paciente y las posibles imprecisiones en la ejecución del tratamiento.

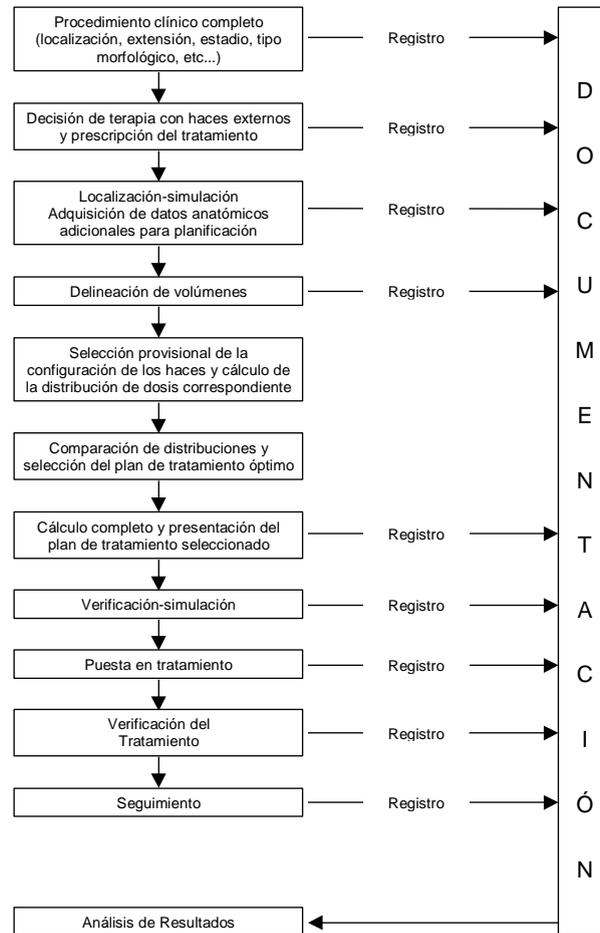


Fig. 2.1. Etapas del procedimiento radioterapéutico. *NB:* Debería existir una continua retroalimentación entre las diferentes etapas. Una dificultad en un punto determinado puede cuestionar todas las decisiones tomadas en las etapas anteriores.

Antes de la planificación del tratamiento deberían definirse dos volúmenes, que son:

- Volumen Tumor Macroscópico (GTV).
- Volumen Blanco Clínico (CTV).

Durante el proceso de planificación del tratamiento deben definirse otros volúmenes:

- Volumen Blanco de Planificación (PTV).
- Órganos de Riesgo.

Como resultado de la planificación del tratamiento se pueden describir otros volúmenes. Estos son:

- Volumen Tratado.
- Volumen Irradiado.

A continuación se dan más detalles⁵. Una representación esquemática de los diferentes volúmenes se muestra en la Fig. 2.2.

⁵ De aquí hasta el final, el singular (p.ej., CTV) también incluirá al plural (p.ej., CTVs).

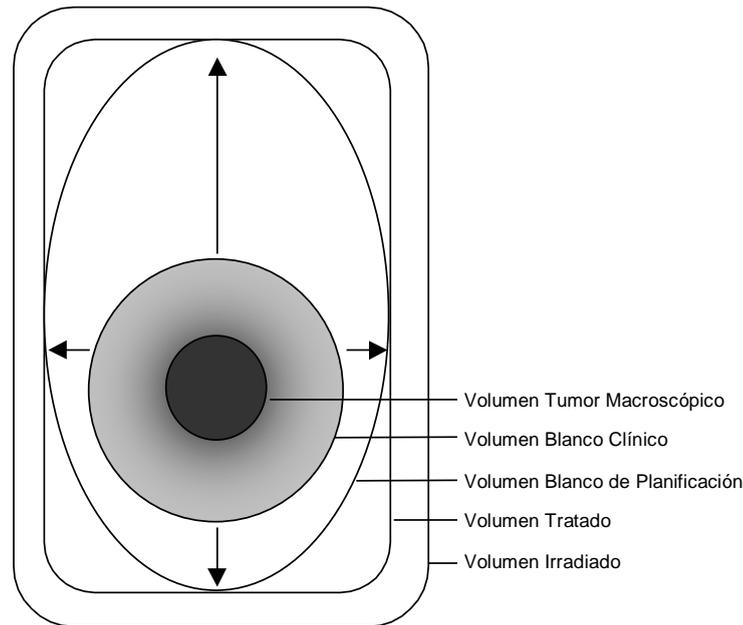


Fig. 2.2. Ilustración esquemática de los diferentes volúmenes.

El *Volumen Tumor Macroscópico* (GTV) indica el tumor manifiesto.

El *Volumen Blanco Clínico* (CTV) indica el tumor manifiesto (cuando exista) y también los volúmenes en los que se sospeche la existencia de tumor subclínico (p.ej., márgenes alrededor del GTV y ganglios linfáticos regionales, N0 [de acuerdo con la clasificación TNM {UICC, 1987}]) para los que se considere necesario el tratamiento). El CTV es así un concepto puramente anatómico y clínico.

El *Volumen Blanco de Planificación* (PTV) se compone del CTV y un margen para tener en cuenta sus variaciones de tamaño, forma y posición con respecto a los haces de tratamiento. El PTV es, por tanto, un concepto geométrico, usado para asegurar que el CTV recibe la dosis prescrita, y se define con relación a un sistema fijo de coordenadas (referido al paciente o al tejido). Nótese que en el ejemplo se muestra la magnitud del movimiento previsto del CTV, que es distinta para cada dirección.

El *Volumen Tratado* es el volumen que recibe una dosis que se considera relevante para la curación local o paliación.

El *Volumen Irradiado* es el volumen que recibe una dosis considerada relevante para la tolerancia del tejido normal (distinta a las específicamente definidas para órganos de riesgo).

Junto con la información del diagnóstico, puede ser necesaria la adquisición de datos anatómicos adicionales que deberían ser obtenidos con el paciente en las condiciones de tratamiento. Esta información adicional podría ser obtenida de un estudio de TC o de imágenes ortogonales de rayos X en la posición de tratamiento.

La extensión palpable o visible del tumor maligno (evaluada también mediante diferentes técnicas de imagen) constituye el Volumen Tumor Macroscópico (GTV). Usualmente, dependiendo de la localización del tumor y de los métodos de diagnóstico, este volumen corresponde a la parte de la enfermedad donde la concentración de células tumorales malignas es máxima.

El siguiente paso es agregar un margen alrededor del Volumen Tumor Macroscópico para incluir la diseminación subclínica local. Este volumen que circunda al GTV tiene a menudo una alta densidad de células tumorales cerca del tumor manifiesto, que decrece hacia la periferia. El GTV y su margen local de enfermedad subclínica constituyen un Volumen Blanco Clínico (CTV) (p.ej., CTV I).

Si el tumor ha sido eliminado antes de la radioterapia no se puede definir el Volumen Tumor Macroscópico.

También pueden considerarse para la terapia volúmenes adicionales que no contengan tumor manifiesto pero en los que se sospeche la existencia de células malignas (p.ej., ganglios linfáticos regionales y sus volúmenes de diseminación subclínica). Estos volúmenes, en los que sólo existe enfermedad subclínica, también constituyen un Volumen Blanco Clínico (p.ej., CTV II, etc.).

La delimitación del Volumen Tumor Macroscópico y del Volumen Blanco Clínico se basa en consideraciones puramente anatómicas y biológicas sin tener en cuenta factores técnicos del tratamiento.

Para la planificación del tratamiento y para una adecuada configuración, se deben añadir márgenes alrededor del Volumen Blanco Clínico y, de este modo, tener en cuenta variaciones en el tamaño y la posición de los tejidos respecto a los haces de tratamiento debidas, por ejemplo, a los movimientos del paciente, respiración, cambios de tamaño y posición interna del Volumen Blanco Clínico y a variaciones en la ejecución diaria del tratamiento debidas a factores técnicos y otros. Este

volumen, que tiene en cuenta factores anatómicos, biológicos y de reproducibilidad del tratamiento, es el Volumen Blanco de Planificación (PTV).

2.3.1 Volumen Tumor Macroscópico (GTV)

Desde el origen de la terminología médica la palabra tumor (del latín *tumor*) fue usada para designar una inflamación, que podía ser de diferente naturaleza.

El Volumen Tumor Macroscópico (GTV) es la extensión y localización expresa, palpable o visible/demostrable del crecimiento maligno.

El GTV puede estar constituido por el tumor primario, adenopatías metastásicas u otras metástasis. El GTV corresponde usualmente a las partes del crecimiento maligno donde la densidad de células tumorales es mayor. El GTV no se puede definir si el tumor ha sido eliminado, p.ej., con cirugía previa.

La forma, tamaño y localización del GTV pueden determinarse por medio de diferentes métodos diagnósticos, como el examen clínico (p.ej., inspección, palpación o endoscopia), y varias técnicas de imagen (p.ej., rayos X, TC, ID, US, RMN y métodos radioisotópicos). Los métodos utilizados para determinar el GTV deberían cumplir los requisitos para establecer el estadio del tumor de acuerdo con la clasificación clínica TNM (UICC, 1987 y AJCCS, 1988). De esta forma, la definición del GTV estaría en total acuerdo con los criterios de la clasificación TNM.

Dependiendo de la técnica utilizada para la evaluación, el GTV (tumor primario, adenopatías metastásicas y otras metástasis) puede ser aparentemente diferente en tamaño y forma, a veces significativamente, dependiendo de cual sea la técnica de examen empleada para su determinación (p.ej. palpación frente a mamografía). Por tanto, el terapeuta indicará en cada caso el método que ha sido usado para la evaluación y delimitación del GTV.

Hay al menos dos razones para identificar el GTV. La primera, que debe administrarse una dosis adecuada a todo el GTV para conseguir el control tumoral local en los tratamientos radicales. La segunda, que es necesaria la identificación para que quede registrada la respuesta del tumor, en relación con la dosis y su variación junto con otros factores relevantes.

2.3.2 Volumen Blanco Clínico (CTV)

En una recomendación previa (Report 29, [ICRU 1978]), el “Volumen Blanco” fue definido para incluir, no sólo el GTV, sino también volúmenes con sospecha de enfermedad subclínica. Además, se definió también márgenes por las posibles variaciones en la forma, tamaño y posición del tumor manifiesto y/o enfermedad subclínica, así como variaciones en la colocación del paciente y en la orientación y el tamaño de los haces de radiación. Existen motivos para distinguir entre las consideraciones puramente oncológicas y biológicas (Volumen Blanco Clínico [CTV]), y las consideraciones sobre los márgenes que tienen en cuenta la reproducibilidad de los diferentes factores anatómicos y técnicos de la puesta en tratamiento (Volumen Blanco de Planificación [PTV]) (ver 2.3.3). Goitein (1985) realizó un análisis detallado del problema.

La experiencia clínica indica que en torno al GTV existe generalmente extensión subclínica de la enfermedad, p.ej. células malignas individuales, pequeñas agrupaciones de células o microextensiones que no pueden ser detectadas por los procedimientos de estadificación. El volumen que rodea al tumor macroscópico tiene por lo general una gran densidad de células tumorales en las proximidades del borde del GTV que decrece al alejarnos de éste (a menudo en un margen de 1 cm, aproximadamente). El GTV junto con el volumen circundante de extensión local subclínica se define ahora como el Volumen Blanco Clínico (CTV). Este CTV se suele indicar como CTV I.

La delimitación del CTV se basa en consideraciones puramente anatómico-topográficas y biológicas, sin considerar los movimientos de los tejidos, del paciente o factores técnicos, y debería ser descrito en términos anatómico-topográficos.

Pueden ser considerados para la terapia otros volúmenes en los que se sospeche diseminación subclínica (p.ej., ganglios linfáticos regionales). Éstos también se definen como Volumen Blanco Clínico y pueden ser designados CTV II, CTV III, etc.

El Volumen Blanco Clínico (CTV) es un volumen de tejido que contiene un GTV manifiesto y/o enfermedad maligna microscópica subclínica, que debe ser eliminada. Este volumen debe ser tratado adecuadamente para alcanzar la finalidad de la terapia, curación o paliación.

En radioterapia de haces externos, el Volumen Blanco Clínico (CTV) es aquel volumen de tejido que debe ser irradiado a una dosis especificada de acuerdo con un esquema de fraccionamiento determinado.

Son frecuentes las situaciones con más de un CTV. Estas situaciones pueden ser ilustradas considerando un tumor primario y su región linfática por separado (p.ej., en procedimientos conservadores de mama, donde la mama y la región linfática están anatómicamente separadas). En otras ocasiones, la finalidad es tratar dos CTVs a diferentes niveles de dosis (terapia de sobreimpresión), donde el volumen de “alta dosis” (que a menudo contiene el GTV) está localizado dentro del volumen de “baja dosis”. Si se prescriben varias dosis, esto implica definir un CTV para cada uno de los niveles de dosis.

En algunos casos, se desea producir un gradiente de dosis sobre un volumen, y este gradiente puede ser continuo o escalonado. La decisión para prescribir diferentes niveles de dosis o gradientes de dosis se basa en una estimación del modo en que varía la densidad de células tumorales en diferentes volúmenes o a lo largo de diferentes líneas.

En la práctica, la delimitación del CTV requerirá consideraciones tales como la capacidad de invasión local del tumor y su potencial para diseminarse, p.ej., hacia los ganglios linfáticos regionales. También debe considerarse la presencia de algún tejido normal especialmente radiosensible (Órganos de Riesgo, Sección 2.3.6), y otros factores tales como el estado general del paciente.

Si durante el tratamiento tiene lugar un cambio en el tamaño, forma y localización del CTV (p.ej., reducción del tumor o adición de nuevos datos diagnósticos) puede ser necesaria una nueva planificación.

Los *volúmenes* tratados deben ser claramente identificados, aun cuando las representaciones de los mismos se den únicamente en dos dimensiones o linealmente. Para documentación y recuperación de la información, es conveniente que las diferentes partes de los CTVs estén codificadas de acuerdo con un sistema reconocido internacionalmente (p.ej., ICD, o SNOMED, ver sección 3.2.2 y Apéndice I).

Las definiciones del GTV y del CTV están enteramente basadas en principios oncológicos generales que no son exclusivos de la radioterapia con haces externos. Así, en cirugía se toma un margen de seguridad alrededor del tumor principal, de acuerdo con el juicio clínico, y esto implica el uso del mismo concepto de Volumen Blanco Clínico que en radioterapia de haces externos. También en braquiterapia se definen los volúmenes a irradiar y, de este modo, es válido el concepto de CTV. Además, el concepto se puede aplicar a otras modalidades de tratamiento, p.ej., quimioterapia regional, hipertermia y fotocoagulación.

Para radioterapia de haces externos deben definirse otros volúmenes, de los que tratamos a continuación.

2.3.3 Volumen Blanco de Planificación (PTV)

Para garantizar que todos los tejidos incluidos en el Volumen Blanco Clínico reciben la dosis prescrita, en principio, debe planificarse la irradiación de un volumen geoméricamente mayor que el CTV. Idealmente, la posición, forma y tamaño del CTV y de los haces de tratamiento deberían referirse a un sistema común y fijo de coordenadas de un modo reproducible. Sin embargo, en la práctica esto no será posible y han de preverse variaciones durante cada sesión de tratamiento y entre diferentes sesiones, debidas a factores tales como:

- movimientos de los tejidos que contiene el CTV (p.ej., con la respiración) así como movimientos del paciente,
- variaciones en el tamaño y la forma de los tejidos que contiene el CTV (p.ej., distintos llenados de la vejiga), y
- variaciones en las características geométricas del haz (p.ej., tamaños y direcciones de los haces).

Esto conduce al concepto de Volumen Blanco de Planificación (PTV).

El Volumen Blanco de Planificación es un concepto geométrico, y se define para seleccionar los tamaños y configuraciones apropiados de los haces, teniendo en cuenta los efectos netos de todas las posibles variaciones geométricas, de modo que se asegure que la dosis prescrita es realmente absorbida en el CTV.

El PTV se relaciona con los haces a través de un sistema fijo de coordenadas (p.ej., la superficie de la mesa de tratamiento o planos de láser con referencia a un tatuaje o una referencia ósea).

El PTV se usa para la planificación y especificación de la dosis. Por lo tanto, el PTV debe ser identificado claramente en las secciones utilizadas para la realización de la planificación de la dosis. La distribución de la dosis en el PTV debe considerarse representativa de la dosis en el CTV⁶.

Nótese que la definición del Volumen Blanco de Planificación es idéntica a la definición del “Volumen Blanco” dada en el Informe 29 (Report 29, [ICRU 1978]). De este modo los dos conceptos son sinónimos.

Dependiendo de la situación clínica (p.ej., estado del paciente y localización del CTV) y de la técnica elegida, el PTV puede ser muy similar al CTV (p.ej., en el caso de pequeños tumores de piel o tumores de pituitaria) o, por el contrario, mucho mayor (p.ej., tumores de pulmón). El PTV puede superar los bordes anatómicos normales (p.ej., incluir partes de estructuras óseas clínicamente no afectadas) o extenderse al aire (p.ej., en el caso de la irradiación tangencial de la mama).

De este modo, el Volumen Blanco de Planificación es un concepto geométrico y estático, usado para la planificación del tratamiento. De hecho, el PTV no representa exactamente tejidos definidos o límites de tejido. En realidad, los tejidos contenidos geoméricamente dentro del PTV pueden no recibir exactamente la distribución de dosis planificada, al menos no en algunas partes próximas a su límite. Esto es debido a la variación de la posición del CTV en el interior del PTV durante el tratamiento. No obstante, el PTV es el volumen usado para el cálculo de dosis y para especificar la dosis en el blanco (ver Sección 3).

⁶ Nótese que la penumbra no está incluida en el PTV. La penumbra debe tenerse en cuenta separadamente cuando se seleccionen los tamaños de los haces.

En la Fig. 2.3 se muestra un ejemplo de Volumen Tumor Macroscópico, Volumen Blanco Clínico y Volumen Blanco de Planificación para un paciente con carcinoma bronquial.

Fig. 2.3. Ejemplo de Volumen Tumor Macroscópico (GTV), Volúmenes Blanco Clínicos (CTVs) y Volumen Blanco de Planificación (PTV) para un paciente con carcinoma bronquial del pulmón derecho T3 N0 M0 (siguiendo la clasificación TNM [UICC, 1987]).

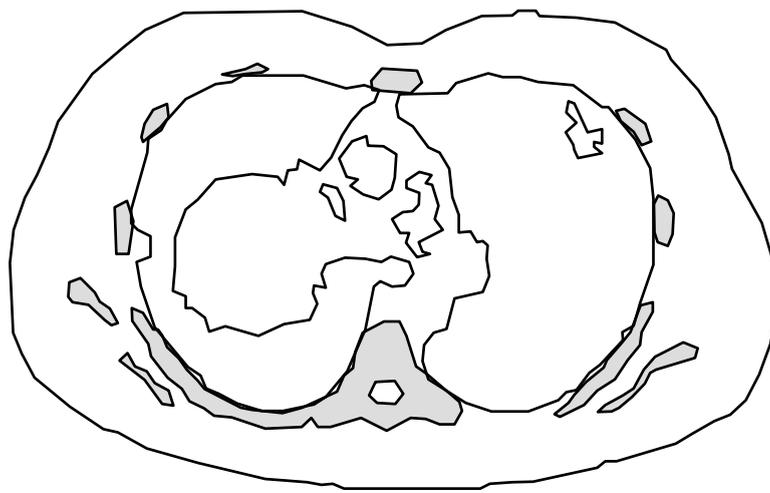
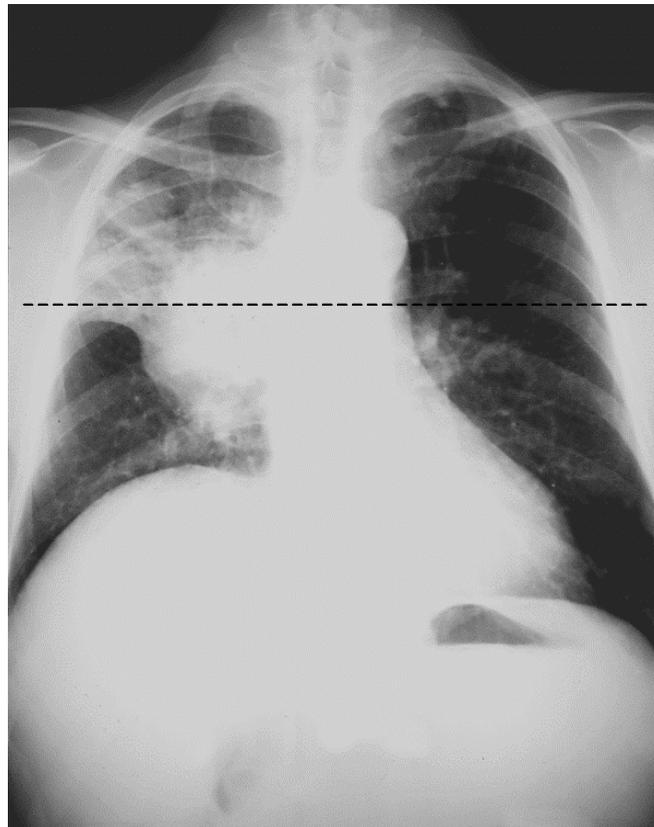


Fig. 2.3.a. Se muestra una radiografía AP de tórax y una sección transversal de TC a la altura del centro del tumor manifiesto, que se consideran representativas de la situación tridimensional real. Las estructuras contenidas en el corte tridimensional se proyectan en la sección transversal.

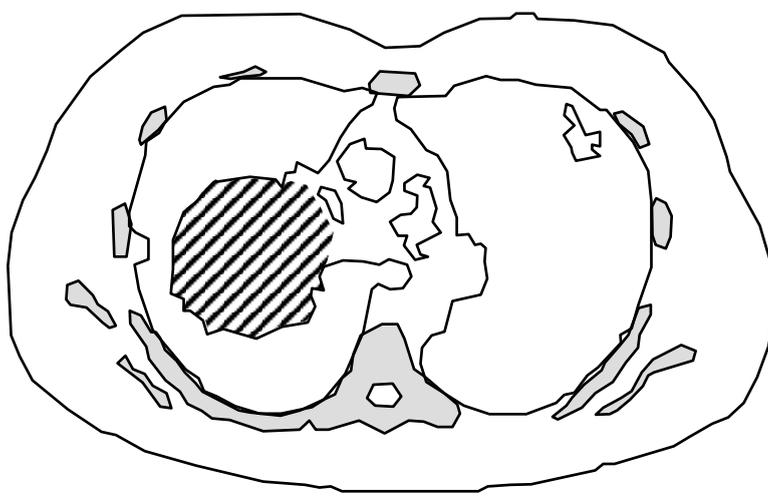
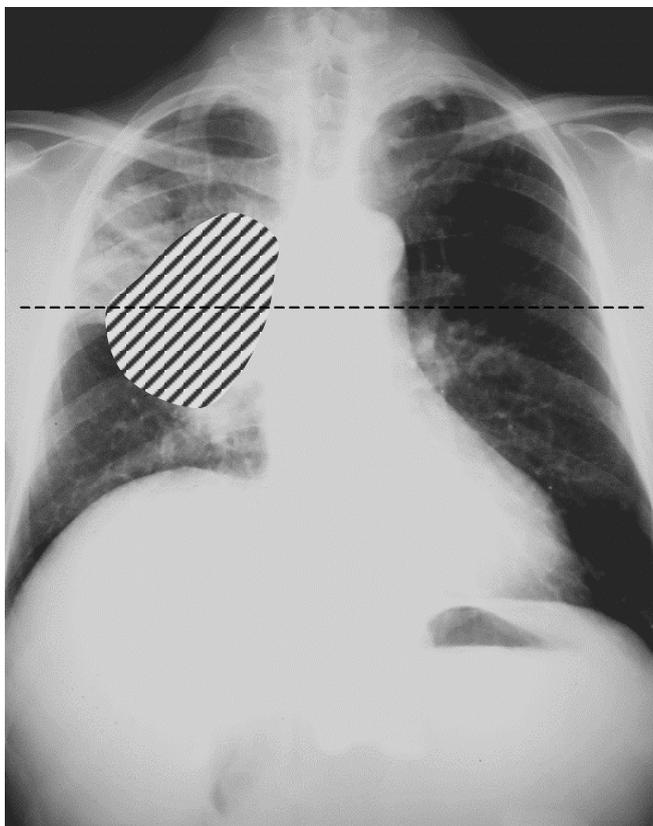


Fig. 2.3.b. El GTV, que se muestra con el área rayada, es el tumor manifiesto en la región hiliar derecha que se extiende al tejido pulmonar pero no afecta a la pared costal.

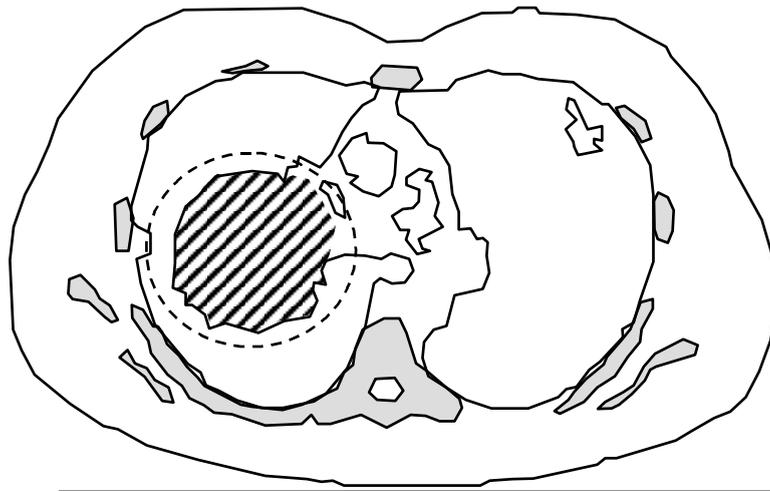
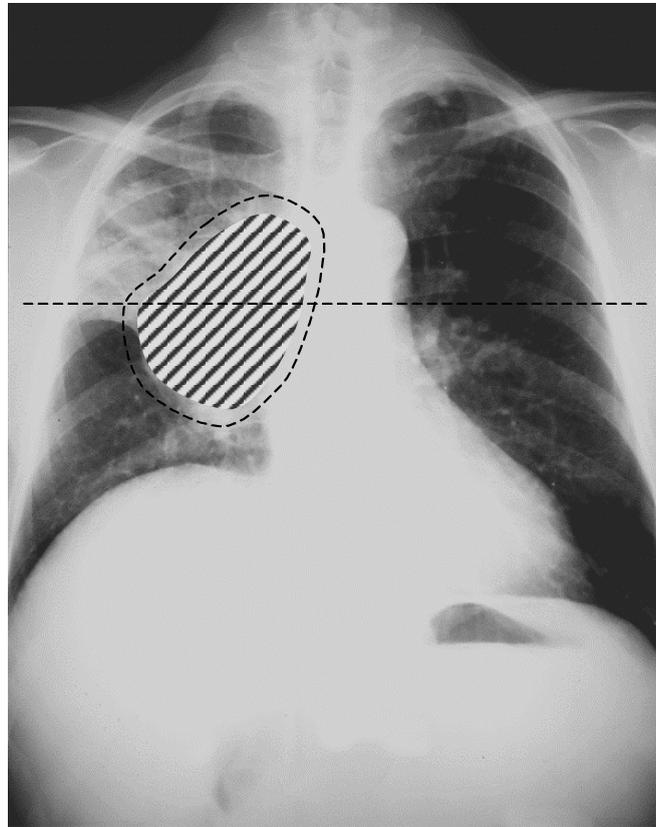


Fig. 2.3.c. Se añade un margen al GTV para incluir presuntas afectaciones locales subclínicas alrededor del tumor manifiesto, debidas a células malignas individuales, pequeñas agrupaciones celulares o microextensiones que no pueden ser detectadas clínicamente. Esto constituye el CTV I y se delimita mediante la línea a trazos.

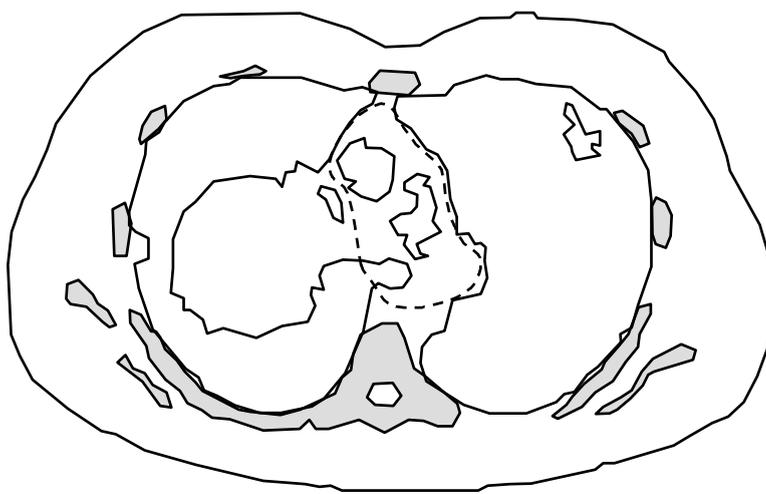
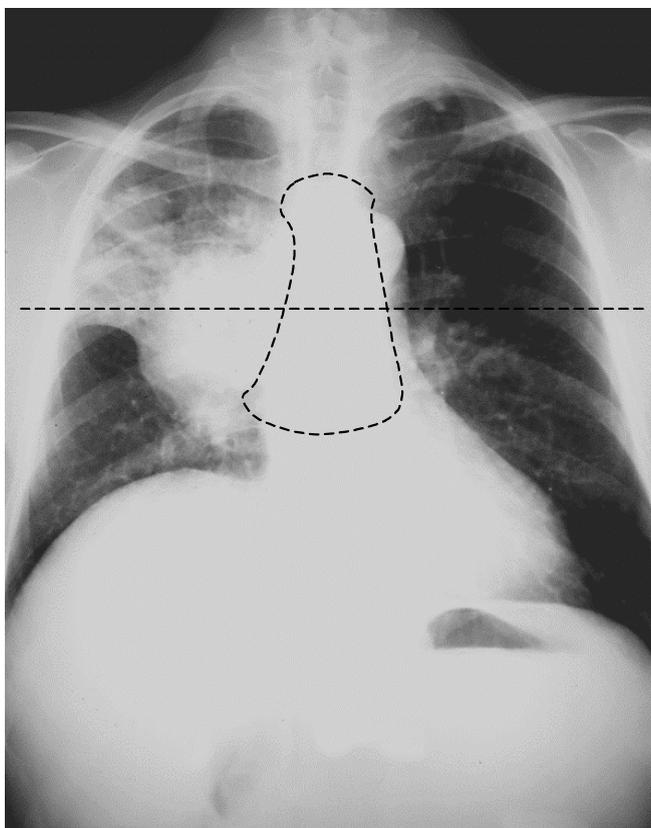


Fig. 2.3.d. No hay metástasis en ganglios linfáticos mediastínicos que puedan ser demostradas por investigación clínica. Sin embargo, éstos y la parte medial de la región hiliar contralateral, se considera que tienen un alto riesgo, por lo que son tratados como enfermedad subclínica y constituyen el CTV II, que se muestra mediante la línea a trazos.

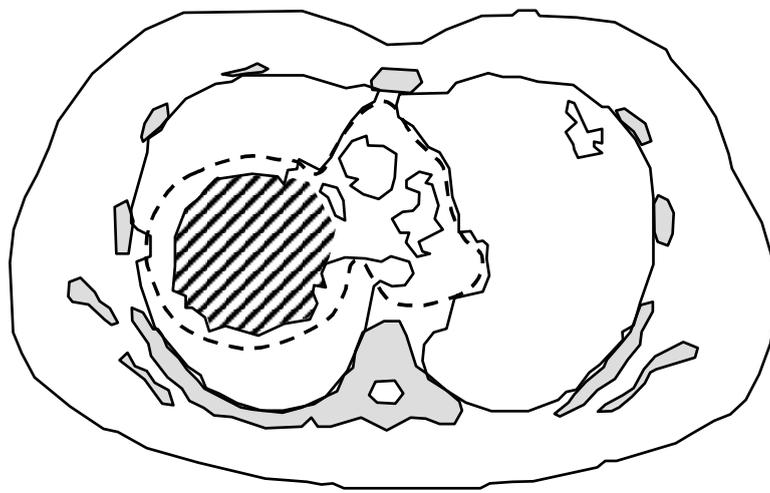
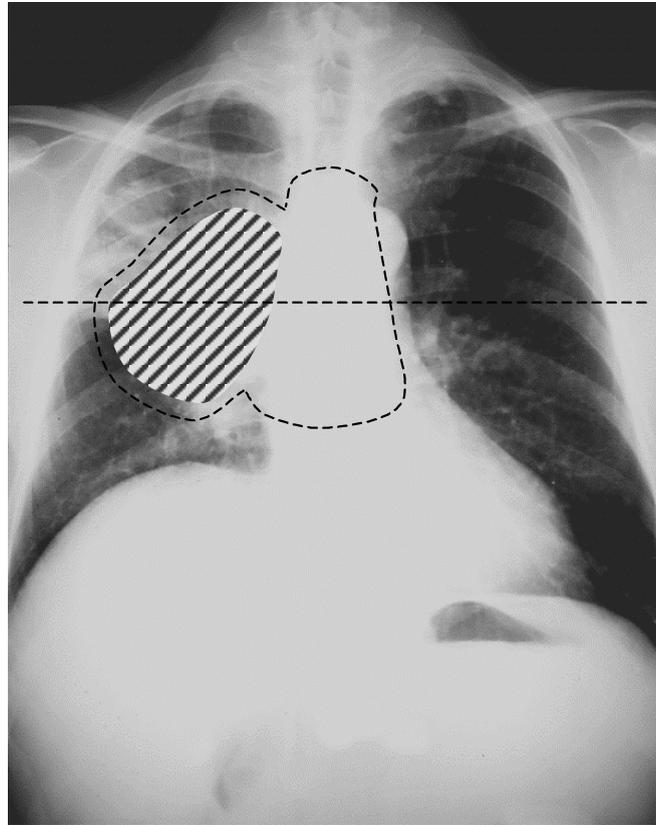


Fig. 2.3.e. Las condiciones del paciente no permiten la terapia radical y la dosis prescrita es la misma (y relativamente baja) para el CTV I y el CTV II. Ambos CTVs serán tratados con los mismos haces y aquí se muestran juntos.

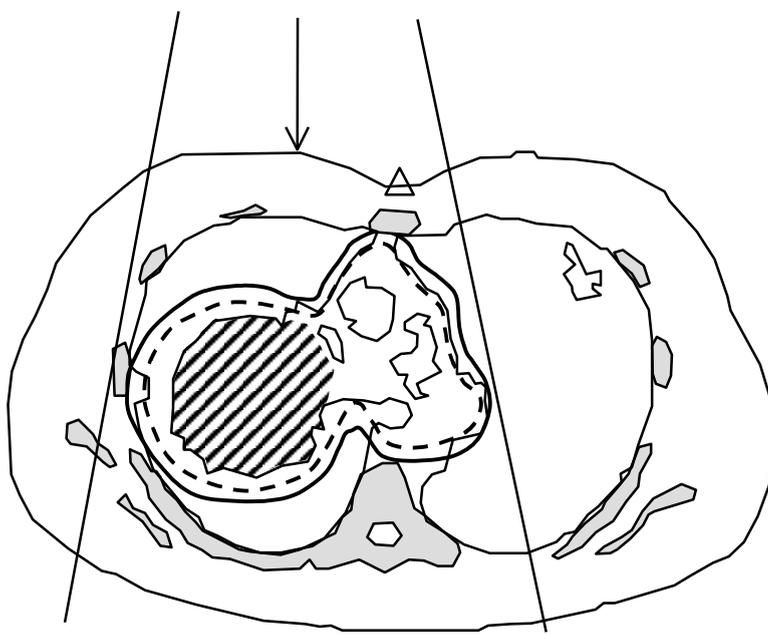
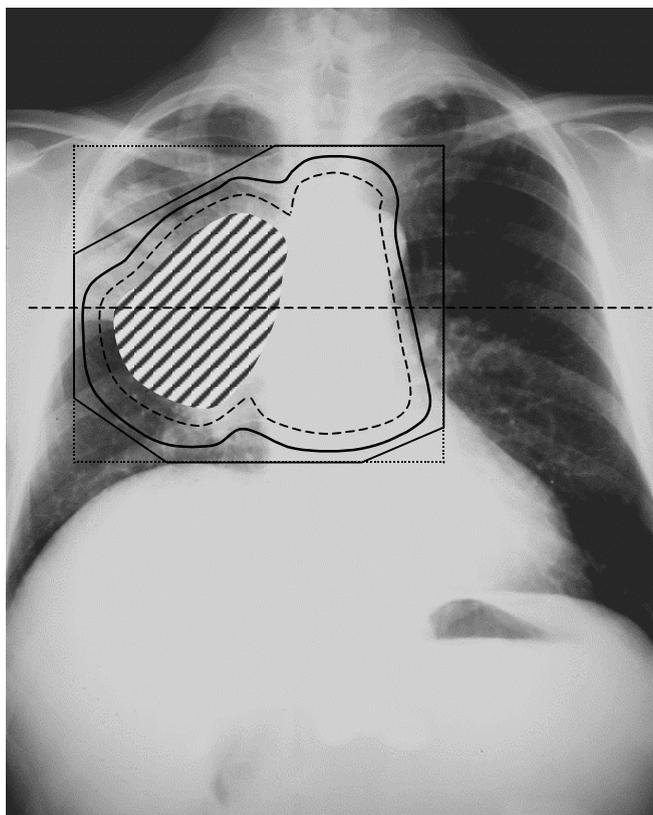


Fig. 2.3.f. La relación geométrica entre los haces de tratamiento, por un lado, y el CTV y otras partes importantes del paciente, por otro, debe ser estable y no cambiar durante o entre fracciones. Esta relación debe establecerse en un sistema fijo de coordenadas solidario a un punto en el paciente (p.ej., la marca del esternón). Sin embargo, el CTV se moverá en relación con el sistema fijo de coordenadas (p.ej., con la respiración) y el paciente, como un todo, no estará perfectamente inmobilizado durante cada fracción. Además puede haber variaciones aleatorias menores durante la puesta en tratamiento (posicionamiento del haz respecto al sistema fijo de coordenadas, pequeñas variaciones de tamaño del haz y de los bloques, etc.). Por tanto, el tratamiento debe planificarse para un volumen mayor que el CTV, y se define un PTV adecuado (indicado por la línea continua gruesa) para planificación, registro y elaboración del informe del tratamiento. Nótese que en este ejemplo el PTV se extiende a tejidos normales (la pared costal).

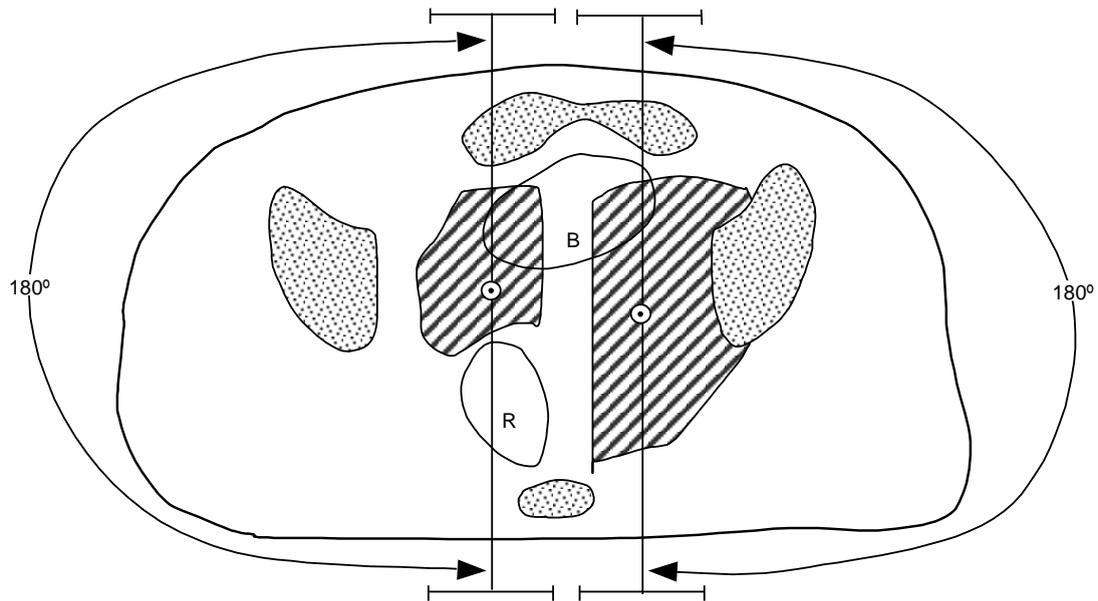


Fig. 2.4.a. Un caso de carcinoma recurrente del cérvix uterino. El tumor local y los ganglios ilíacos deben ser irradiados preservando el recto. Se identifican dos Volúmenes Blanco de Planificación (áreas rayadas). Se representan la estructura ósea de la pelvis (áreas punteadas), la vejiga (B) y el recto (R). El tratamiento consiste en una doble arcoterapia (180°) con fotones de 10 MV producidos por un acelerador lineal de electrones (⊙ = los 2 ejes de rotación).

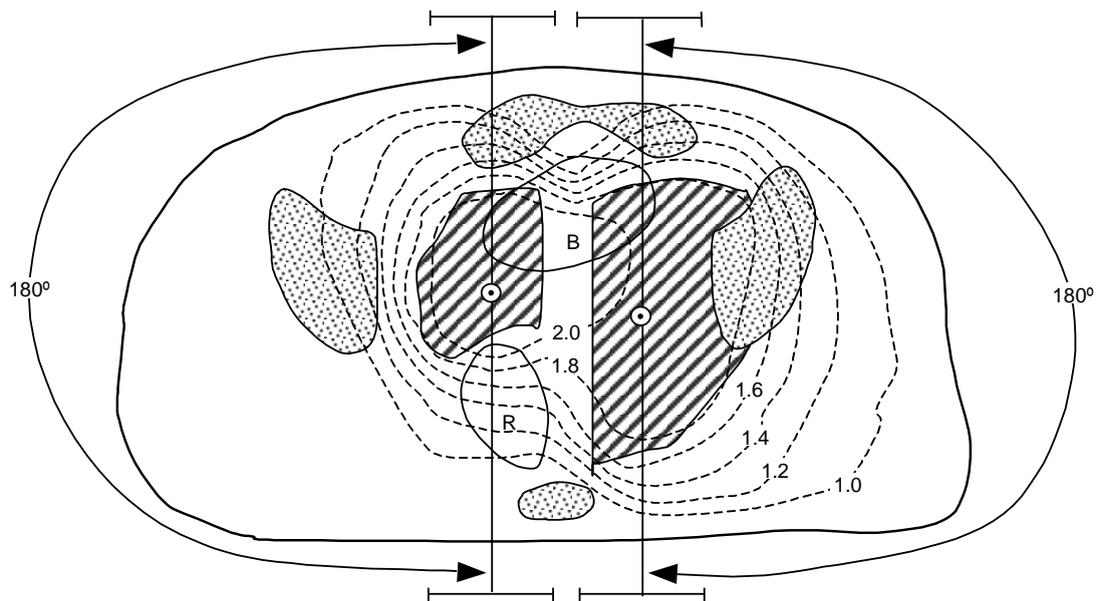


Fig. 2.4.b. Se muestra la distribución de dosis correspondiente al tratamiento descrito en la Fig. 2.4.a. Se presentan las siguientes curvas de isodosis: 2.0, 1.8, 1.6, 1.4, 1.2, y 1.0 Gy.

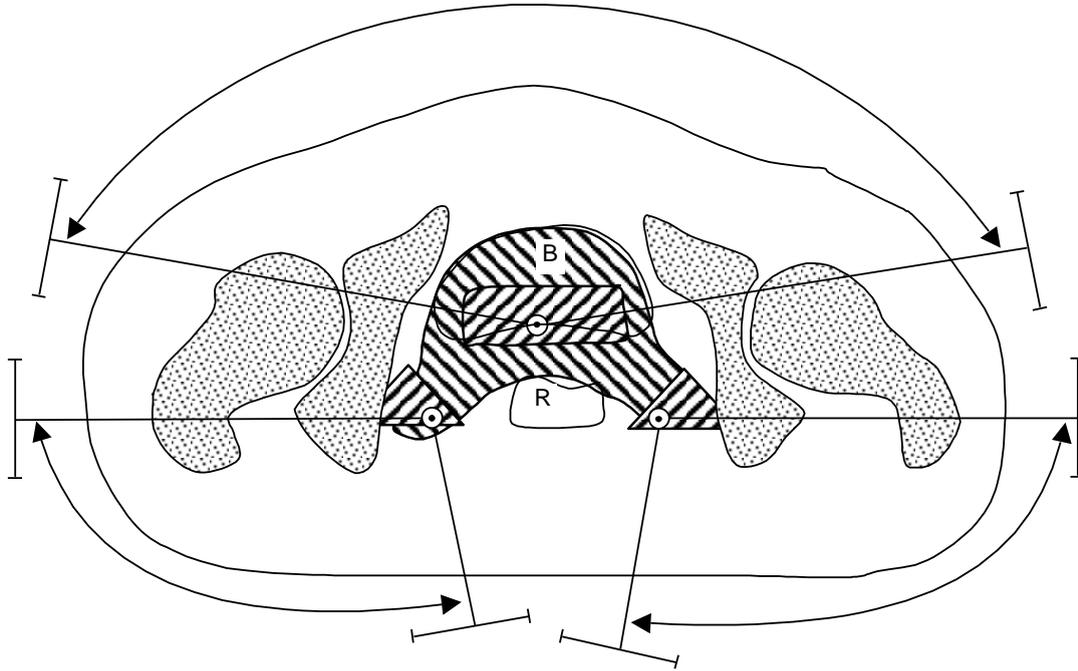


Fig. 2.4.c. Un caso de carcinoma de próstata avanzado. El tumor local y los ganglios ilíacos deben ser irradiados evitando el recto. Se identifican cuatro Volúmenes Blanco de Planificación (líneas gruesas y áreas rayadas). También se representan las estructuras óseas pélvicas y femorales (áreas punteadas), la vejiga (B) y el recto (R) (líneas continuas finas). El tratamiento consiste en una triple arcoterapia con fotones de 10 MV producidos por un acelerador lineal de electrones (⊙ = los 3 ejes de rotación).

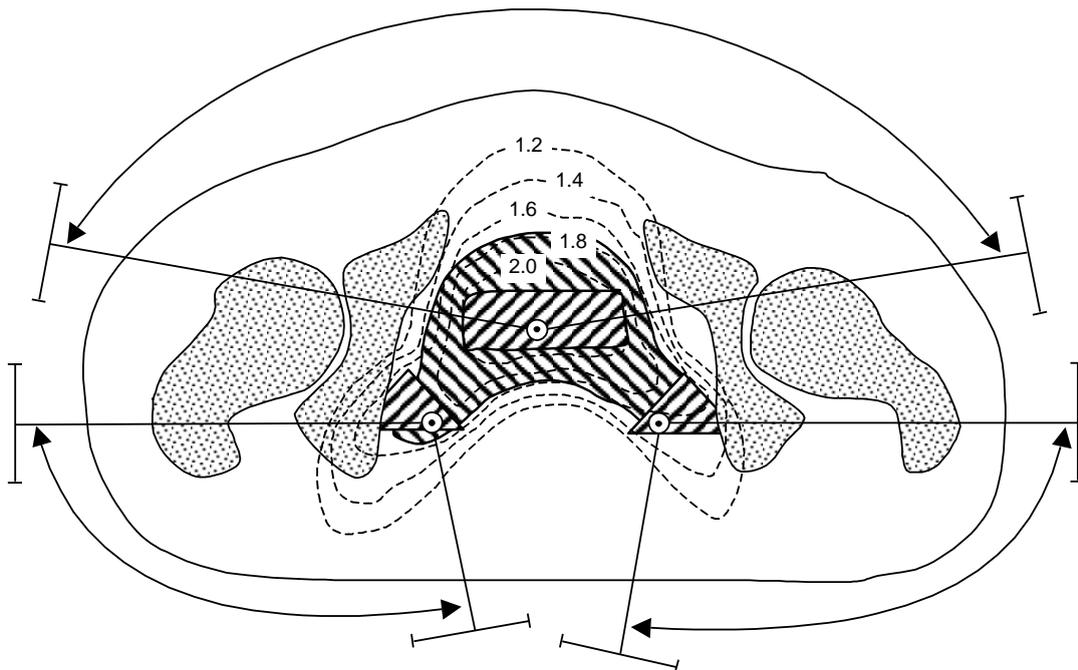


Fig. 2.4.d. Distribución de dosis correspondiente al tratamiento descrito en la figura 2.4.c. Se presentan las siguientes curvas de isodosis: 2.0, 1.8, 1.6, 1.4 y 1.2 Gy.

Cuando se define el PTV para un CTV dado, debe hacerse una estimación de la importancia conjunta de las posibles variaciones de la configuración de los haces seleccionados considerando, además, la localización anatómica, el uso de mecanismos de inmovilización del paciente, etc. También debe considerarse el hecho de que la mayoría de las técnicas de imagen usadas para la planificación (principalmente los procedimientos diagnósticos con rayos X) muestran en realidad la situación en segundos o fracciones de segundo y no la situación íntegra durante todo el tratamiento (tiempo de exposición para una única fracción de tratamiento).

No es recomendable sumar linealmente todas las incertidumbres debidas a los movimientos y variaciones espaciales, pues esto probablemente conduciría a márgenes demasiado amplios, lo que daría lugar a efectos secundarios innecesarios. Algunos de los movimientos y variaciones enumerados previamente y que se consideran en el proceso de planificación podrían tener un comportamiento sistemático durante la irradiación. Otras incertidumbres pueden variar aleatoriamente. Es deseable tener un cálculo detallado de todas las incertidumbres espaciales. Sin embargo, la información que puede obtenerse suele ser limitada, de modo que aquellas sólo pueden ser estimadas. Si las incertidumbres aleatorias se distribuyen normalmente y las incertidumbres sistemáticas se estiman por sus desviaciones estándar, se puede evaluar el efecto combinado de ambas. En tal caso, la desviación estándar total es la raíz cuadrada de la suma de los cuadrados de las incertidumbres sistemáticas y aleatorias.

La planificación del tratamiento consiste en la delimitación del Volumen Blanco Clínico y la prescripción de la Dosis en el Blanco. Esto constituye la prescripción puramente médica que debe preceder al proceso integrado de definir un apropiado Volumen Blanco de Planificación con relación a los factores técnicos de la irradiación, incluyendo la selección de las configuraciones de los haces, etc. Nótese que para un CTV dado, el PTV puede variar significativamente con diferentes configuraciones de los haces.

Ocasionalmente, un Volumen Blanco Clínico puede tener que ser representado por dos o más Volúmenes Blanco de Planificación. Esta situación especial se ilustra en las Figuras 2.4 y 3.4.

Cuando se presenta la distribución de dosis en una o más secciones anatómicas, el PTV debería indicarse claramente en el diagrama (representándolo por un área en una sección particular). Es conveniente mostrar también el CTV (Figuras 2.3.f y II.4).

2.3.4 Volumen Tratado

Idealmente, la dosis debería administrarse únicamente al PTV. No obstante, debido a limitaciones en la técnica de tratamiento, este objetivo no puede conseguirse, lo que conduce a la definición de Volumen Tratado.

El Volumen Tratado es aquel volumen encerrado por una superficie de isodosis seleccionada y especificada por el oncólogo radioterapeuta como la apropiada para conseguir el propósito del tratamiento (p.ej., erradicación del tumor o paliación).

Cuando se selecciona como apropiada la dosis mínima en el blanco, el Volumen Tratado puede, en algunos casos, ajustarse mucho al Volumen Blanco de Planificación, pero, en otros, el Volumen Tratado puede ser considerablemente mayor que el Volumen Blanco de Planificación. Ejemplos de diferentes Volúmenes Tratados con diferentes técnicas para el mismo Volumen Blanco de Planificación se dan en la Fig. 2.5.

Sin embargo, si el Volumen Tratado no incluye totalmente al Volumen Blanco de Planificación, entonces se reduce la probabilidad de control tumoral y el plan de tratamiento debe ser reevaluado y, si es necesario, reconsiderarse la finalidad de la terapia.

Hay varias razones para identificar el Volumen Tratado. Una de ellas es que la forma y tamaño del Volumen Tratado respecto del Volumen Blanco de Planificación es un parámetro importante de optimización. Otra, es que la aparición de una recidiva dentro del Volumen Tratado, pero fuera del Volumen Blanco de Planificación, puede ser considerada como una recidiva “verdadera”, “dentro del campo”, debida a una dosis inadecuada y no una recidiva “marginal” debida a una inadecuada selección del volumen.

2.3.5 Volumen Irradiado

El Volumen Irradiado es aquel volumen de tejido que recibe una dosis considerada significativa en relación con la tolerancia del tejido normal.

El Volumen Irradiado depende de la técnica de tratamiento usada.

La comparación del Volumen Tratado y el Volumen Irradiado para diferentes configuraciones de los haces puede ser usada como parte del procedimiento de optimización, tal como se ilustra en la Fig. 2.5.

Si el Volumen Irradiado se incluye en el informe, el nivel de dosis significativo debe ser expresado bien en valores absolutos, o bien en valores relativos a la dosis especificada en el PTV.

Fig. 2.5. Ejemplos de cuatro Volúmenes Tratados diferentes, resultantes de irradiar el mismo Volumen Blanco de Planificación (indicado por el área punteada) con cuatro técnicas de tratamiento diferentes. En todos los casos el Volumen Tratado se define por la curva de isodosis del 95% (-----) y, adicionalmente, la isodosis 20% (—) representa el Volumen Irradiado. Los límites geométricos de los haces se indican por (- · - · -).

Se pueden observar las siguientes relaciones entre las respectivas áreas del Volumen Blanco de Planificación (1.0), del Volumen Tratado y del Volumen Irradiado:

a.	1.0 :	2.4 :	4.6
b.	1.0 :	1.9 :	9.0
c.	1.0 :	1.4 :	9.0
d.	1.0 :	1.1 :	11.0

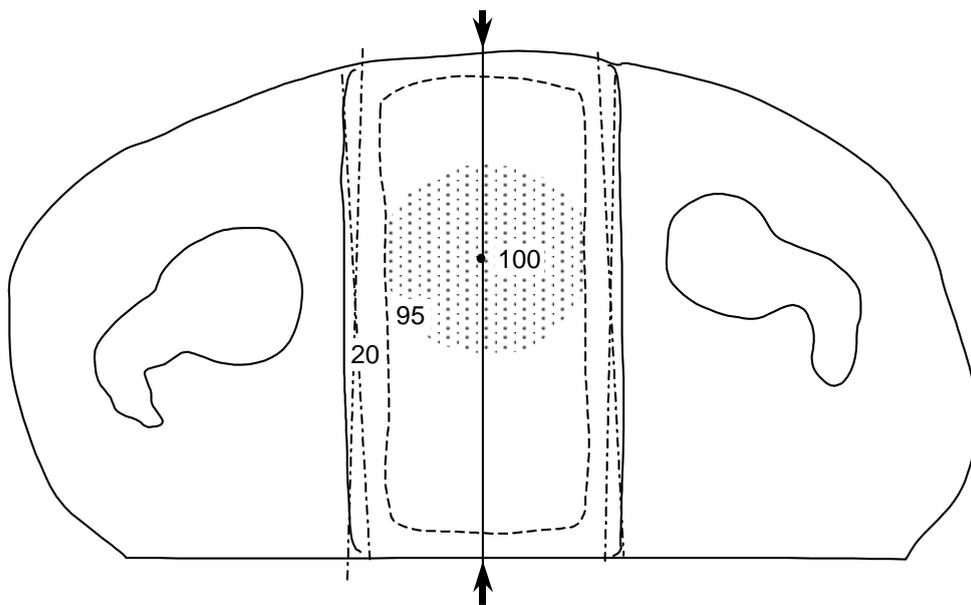


Fig. 2.5.a. Dos haces opuestos con el mismo peso.

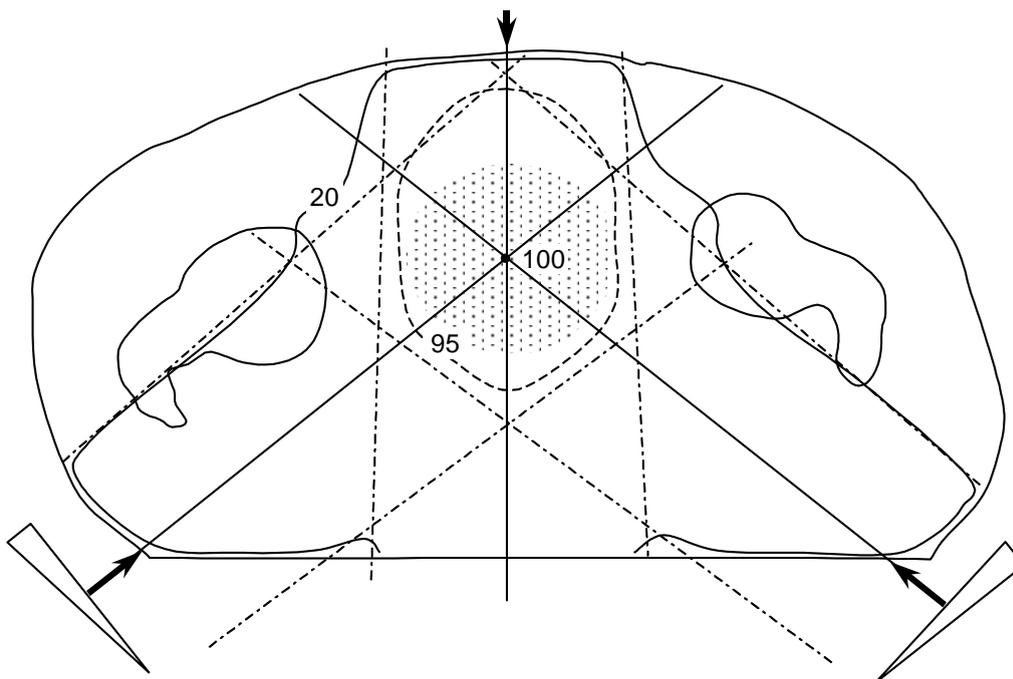


Fig. 2.5.b. Tres haces.

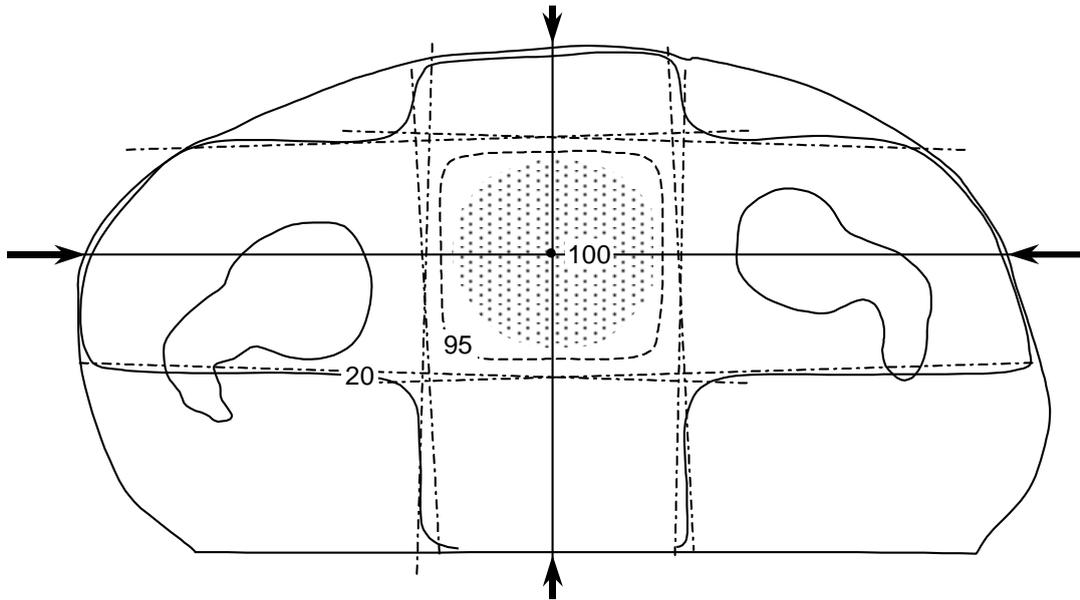


Fig. 2.5.c. Técnica de caja con cuatro haces.

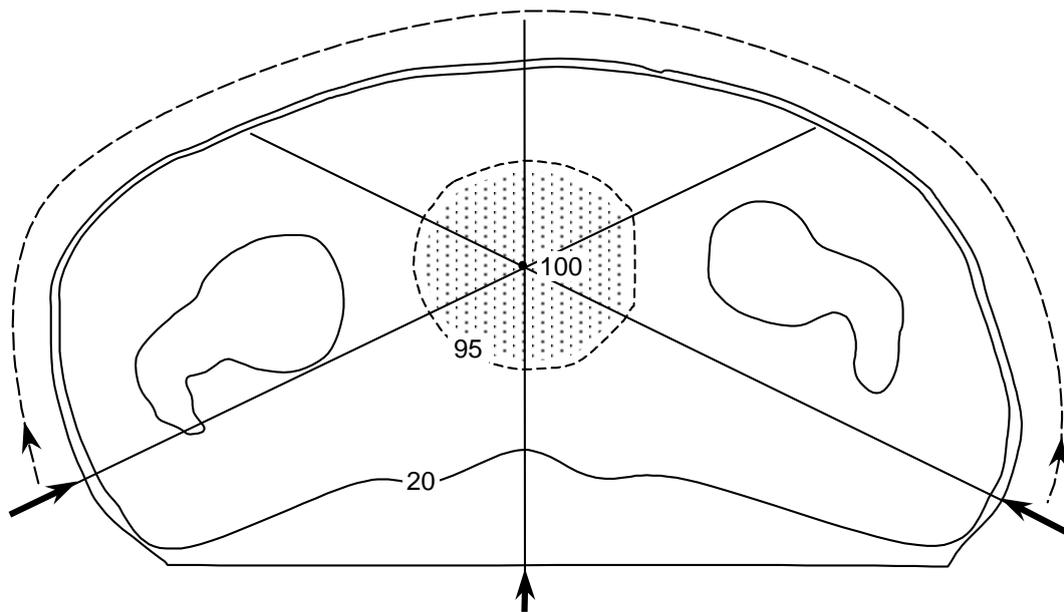


Fig. 2.5.d. Arcoterapia de arco amplio.

2.3.6 Órganos de Riesgo

Los órganos de riesgo son aquellos tejidos normales cuya sensibilidad a la radiación puede influir significativamente en la planificación del tratamiento y/o la dosis prescrita.

Como ocurre cuando se define el Volumen Blanco de Planificación, debe considerarse cualquier posible movimiento del órgano de riesgo durante el tratamiento, así como las incertidumbres en la colocación durante el curso del tratamiento completo.

Las estimaciones de los límites de dosis para tejidos normales bajo diferentes condiciones han sido tabuladas por Rubin (1975), entre otros, y de forma más elaborada por Brahme *et al.* (1988). Los órganos de riesgo pueden ser divididos en tres clases diferentes:

Órganos de clase I: Las lesiones producidas por la radiación son fatales o dan lugar a morbilidad severa.

Órganos de clase II: Las lesiones producidas por la radiación dan lugar a una morbilidad de moderada a leve.

Órganos de clase III: Las lesiones producidas por la radiación son suaves, transitorias y reversibles o no dan lugar a morbilidad significativa.

2.4 Distribución de la Dosis Absorbida

La prescripción de un tratamiento con radiaciones incluye una declaración de la finalidad terapéutica y de los volúmenes considerados, tal como se describe en las Secciones 2.2 y 2.3, así como una prescripción de dosis y fraccionamiento.

Es habitual que, de forma simultánea a la decisión de emplear radioterapia y a la especificación de los volúmenes implicados, se realice una prescripción provisional de la dosis. Cuando se emplee una técnica de tratamiento estandarizada (p.ej., siguiendo un protocolo), es posible que en el momento de la prescripción se disponga de un conocimiento suficientemente preciso de la distribución de dosis final, de forma que no sea necesario modificar la prescripción debido a factores que puedan surgir durante la planificación. Sin embargo, en tratamientos individualizados no estandarizados, puede resultar imposible alcanzar la dosis prescrita en los volúmenes seleccionados. Esto puede deberse, por ejemplo, a una alta dosis en un órgano de riesgo. En este caso, la prescripción inicial de dosis deberá modificarse.

A continuación se definen diferentes conceptos necesarios para la elaboración de informes. En la Sección 3 se dan recomendaciones sobre su empleo.

2.4.1 Variación de la Dosis en el Volumen Blanco de Planificación

Cuando se ha prescrito la dosis en un volumen dado, la correspondiente dosis administrada deberá ser tan homogénea como sea posible. Debido a la pronunciada pendiente de la relación dosis-efecto para el control tumoral, el resultado del tratamiento no puede relacionarse con la dosis si la inhomogeneidad de la dosis administrada es demasiado grande. Más aun, cualquier comparación entre diferentes series de pacientes resulta difícil e incluso imposible. De cualquier forma, aunque la homogeneidad total es un objetivo deseable, deberá aceptarse alguna heterogeneidad debido a limitaciones técnicas evidentes. De esta forma, cuando se prescriba un tratamiento, deberá asumirse cierto grado de heterogeneidad que, hoy día, y en las mejores condiciones técnicas y clínicas, se encontraría entre un +7% y un -5% de la dosis prescrita (Wittkämper *et al.*, 1987, Brahme *et al.*, 1988, Mijnheer *et al.*, 1987).

Si este grado de homogeneidad no puede alcanzarse, es responsabilidad del oncólogo radioterapeuta decidir si puede ser aceptado. De hecho, en algunos casos puede alcanzarse una dosis más alta en zonas del PTV donde se espera que exista una mayor concentración de células malignas, especialmente en el GTV, lo cual puede resultar incluso ventajoso. En tal caso, los diferentes niveles de dosis en los respectivos volúmenes también serán incluidos en el informe.

Para tratamientos paliativos y para enfermedad subclínica, puede aceptarse una distribución de dosis más heterogénea que para tratamientos radicales.

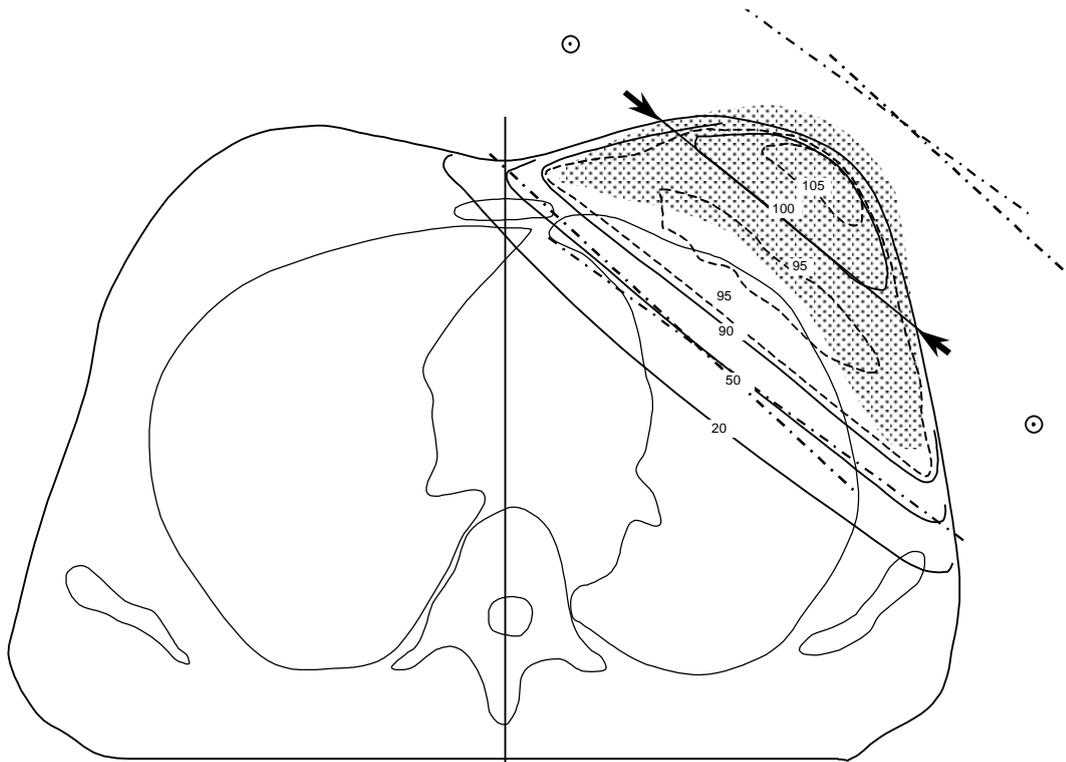


Fig. 2.6.a. Sección a la altura de la vértebra T V en un caso de carcinoma de mama. El Volumen Blanco de Planificación se indica por el área punteada. Nótese que su extensión excede ligeramente la superficie cutánea de la mama para tener en cuenta los desplazamientos debidos al movimiento respiratorio y las variaciones en la colocación de los haces.

La irradiación se realiza empleando dos haces tangenciales opuestos de rayos X de 6 MV con pesos idénticos. La distribución de isodosis ha sido normalizada a la dosis en el punto medio del segmento que une ambos puntos de entrada.

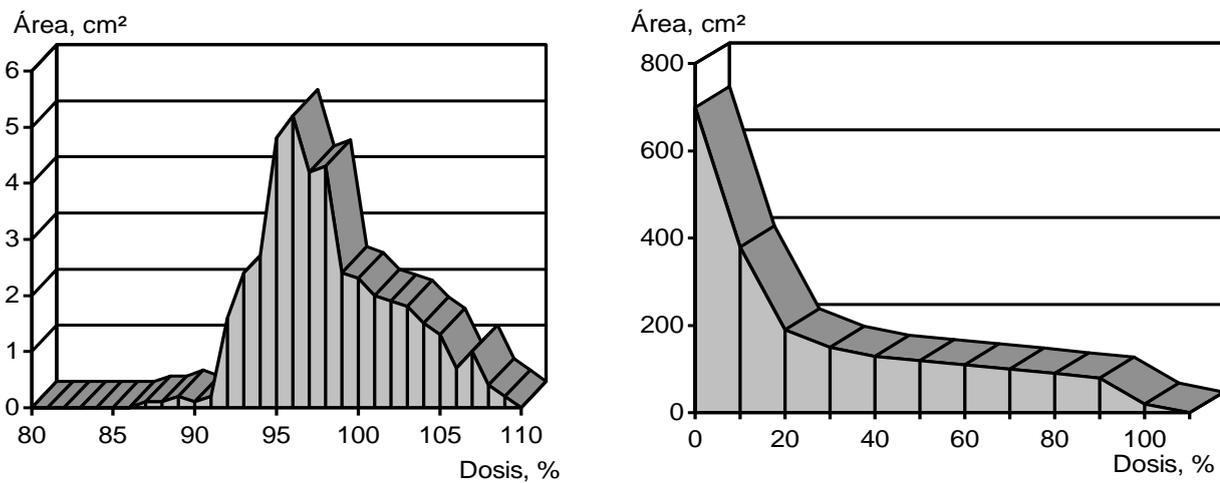


Fig. 2.6.b. Histogramas dosis-área para el mismo paciente de la figura 2.6.a. A la izquierda se muestra el histograma de frecuencias para el PTV. A la derecha se muestra el histograma acumulado para la sección completa (modificado del Report 42 [ICRU, 1987]).

2.4.2 Representación de la Distribución Espacial de Dosis

Siempre debe tenerse presente que la radioterapia atañe a volúmenes. Los pacientes tienen una forma tridimensional, al igual que el Volumen Tumor Macroscópico, el Volumen Blanco Clínico, el Volumen Blanco de Planificación, los Órganos de Riesgo y las heterogeneidades tisulares.

De esta forma, cuando se evalúa una distribución de dosis, deberá tenerse en cuenta la variación en cada volumen definido. Los modernos sistemas de planificación se basan en secciones transversales TC del paciente y tienen la capacidad de manipular información topográfica tridimensional y realizar un cálculo de dosis completamente tridimensional. Los métodos de presentación de los resultados generados en el cálculo han sido revisados en el Report 42 (ICRU 1987), y se espera una futura evolución en este campo.

Una distribución de dosis completamente tridimensional sólo puede ser examinada y evaluada visualmente en el monitor gráfico del sistema de planificación. En la rutina diaria, y a efectos de documentación impresa de la distribución de isodosis, sólo son significativas las distribuciones bidimensionales. Por razones prácticas, sólo se usa un número limitado de secciones. Estas serán elegidas de forma tal que ilustren, tan fielmente como sea posible, los volúmenes de interés, GTV, CTV y PTV; así como los órganos de riesgo y otras estructuras de importancia (p.ej. referencias óseas). Para este propósito puede elegirse una serie de planos transversales paralelos, ortogonales u otras presentaciones. Habitualmente, se usa al menos un plano que contenga al centro del CTV o del PTV, pero con frecuencia serán necesarias varias secciones para representar adecuadamente la topografía anatómica y la distribución de dosis.

En algunas situaciones, sólo podremos emplear una sección para la realización de la planificación (Fig. 2.6.a). Haciendo esto se asume forzosamente que todas las estructuras incluidas en la sección poseen simetría cilíndrica. Esta suposición, en la mayor parte de los casos, es una simplificación excesiva, y deberá ser usada con gran cuidado (Fig. 2.7).

Independientemente del tipo de sección que se use, los contornos del CTV y de los órganos de riesgo, las heterogeneidades tisulares y los puntos de referencia anatómicos de todo el corte tridimensional estarán representados en la sección. Por lo tanto, esta sección portará toda la información relevante del corte completo.

Las líneas de isodosis serán trazadas de acuerdo con las recomendaciones dadas en el Informe 42 (ICRU, 1987).

En muchas situaciones lo habitual es evaluar la distribución de dosis en una dimensión, p.ej., a lo largo del eje central común en el caso de dos campos opuestos (Fig. 2.8), o en puntos a determinadas profundidades sobre un eje (Fig. 2.9). Esta forma de proceder, sin embargo, requiere que se haya realizado un plan de tratamiento completo que sirva como caso de referencia y que la estimación, sobre el caso presente, sólo se emplee para verificar desviaciones sustanciales con respecto al caso de referencia.

La proliferación de computadoras para planificación permite también el empleo de histogramas para la presentación de distribuciones de dosis (dosis-volumen o dosis-área), bien como distribuciones acumuladas o de frecuencia, sobre volúmenes o áreas específicos (Fig. 2.6.b). Además, se obtienen fácilmente valores puntuales de la dosis.

Las siguientes definiciones de dosis (Secciones de 2.4.3 a 2.4.8) se aplican a cálculos de la dosis en un volumen. Cuando los cálculos se realizan sobre una sección, tales definiciones se considerarán clínicamente relevantes sólo si puede asumirse que representan adecuadamente la situación tridimensional completa.

2.4.3 Dosis Máxima (D_{max})

Se puede identificar las dosis máximas en el PTV y en regiones externas al PTV (p.ej., Órganos de Riesgo [2.3.6]) o Puntos Calientes (2.4.8).

La dosis máxima en tejidos normales es importante para la limitación y evaluación de los efectos secundarios del tratamiento. En cualquier caso, para que un nivel de dosis sea incluido como un máximo en el informe, debe afectar a un volumen significativo de tejido. En cálculos tridimensionales, un volumen es clínicamente significativo si su diámetro mínimo supera los 15 mm. En la mayoría de situaciones, un volumen menor no es relevante a efectos de tolerancia del tejido normal en órganos de gran tamaño, tales como pulmón, hígado, riñones, piel, etc. Sin embargo, cuando el órgano de riesgo tenga un tamaño menor (p.ej.: ojo, nervio óptico, laringe, etc.), deberán considerarse como significativos volúmenes con diámetros menores de 15 mm.

Con las mismas restricciones de área/volumen descritas anteriormente, la dosis máxima en el PTV deberá tenerse en cuenta para evaluar la homogeneidad de la distribución de dosis (que es parte de los criterios de optimización).

Cuando la dosis máxima en el exterior del PTV supere a la dosis prescrita podemos identificar su localización como un "punto caliente" (ver 2.4.8).

2.4.4 Dosis Mínima (D_{min})

La dosis mínima es la dosis más pequeña en un volumen determinado.

A diferencia de lo que sucede para la dosis máxima, no se recomiendan limitaciones de volumen para la inclusión de la dosis mínima en el informe.

La Dosis Mínima en el Blanco de Planificación es la dosis más baja en el Volumen Blanco de Planificación.

2.4.5 Dosis Media (D_{med})

La determinación de la media, la moda y la mediana de la dosis en un volumen, se basa en el cálculo de la dosis en un gran número de puntos distribuidos uniformemente a través de dicho volumen (malla de cálculo).

La dosis media es la media aritmética de los valores de dosis calculados en los puntos de la malla y se expresa como:

$$D_{med} = \frac{1}{N} \sum_V D_{i,j,k}$$

donde N es el número de puntos de cálculo, i es el índice de la columna, j es el índice de la fila, k es el índice del nivel y $D_{i,j,k}$ es la dosis para el punto $\{i,j,k\}$ de la malla, localizado en el interior del volumen V .

2.4.6 Mediana de la Dosis ($D_{mediana}$)

La mediana de la dosis es el valor central de las dosis calculadas en todos los puntos de la malla cuando estos se ordenan de acuerdo a su magnitud.

2.4.7 Moda de la Dosis (D_{moda})

La moda de la dosis es el valor de la dosis que se repite con más frecuencia en los puntos de la malla en el volumen implicado. La moda de la dosis puede tomar más de un valor, lo cual hace inútil este concepto a efectos de su inclusión en un informe.

NB: La determinación de D_{media} , $D_{mediana}$ y D_{moda} requiere el conocimiento de la distribución completa de la dosis, obtenida por medios computacionales. Esto limita el uso generalizado de tales conceptos.

2.4.8 Puntos Calientes

En muchas situaciones, tejidos externos al Volumen Blanco de Planificación recibirán dosis absorbidas relativamente grandes.

Un punto caliente representa un volumen externo al PTV que recibe una dosis mayor a la dosis especificada para el PTV.

Al igual que para los valores de dosis máxima (2.4.3), como regla general, un punto caliente será considerado significativo sólo si su diámetro menor supera los 15 mm, debiendo reducirse esta restricción cuando el punto se encuentre en un órgano de pequeño tamaño (p.ej. el ojo, nervio óptico, laringe).

Fig. 2.7. En estas figuras se muestra el efecto que sobre la planificación del tratamiento tiene el uso de una única sección (imagen izquierda de cada par) frente al empleo de múltiples secciones (n=24, imagen derecha de cada par) en un paciente con carcinoma broncogénico central. El CTV incluye los ganglios mediastínicos y supraclaviculares. (Cortesía de I.L.Lamm, Ph.D., Dept. of Radiation Physics, Lund)

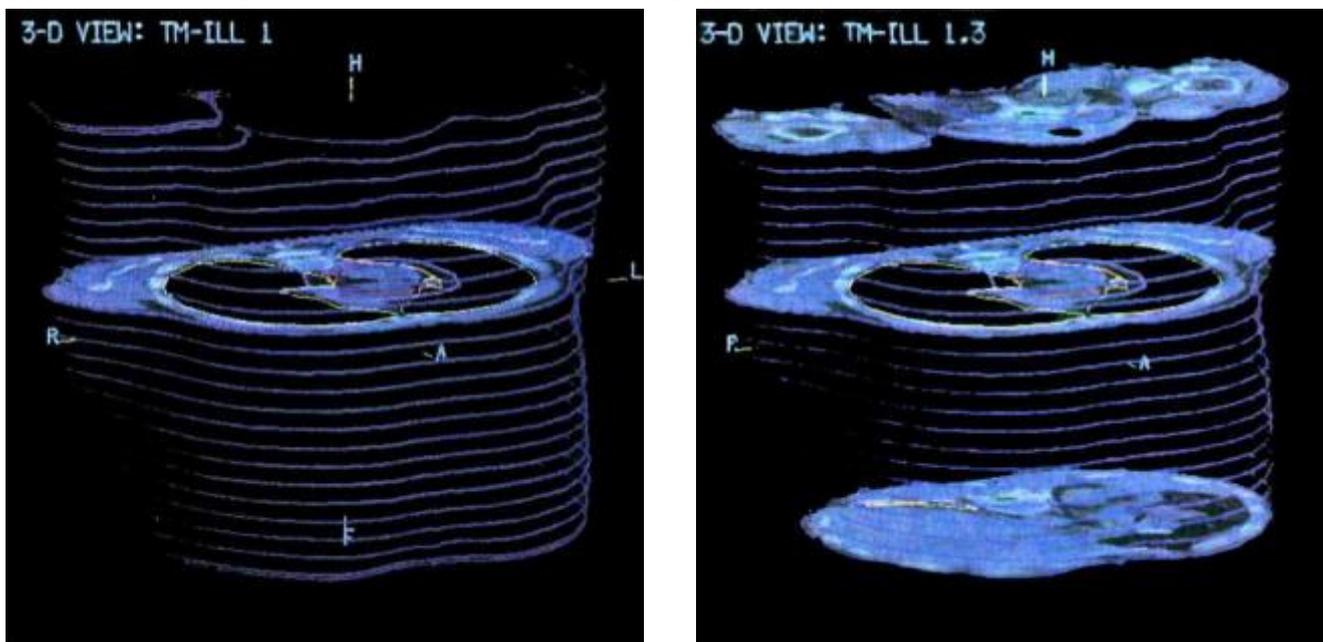


Fig. 2.7.a-b. Secciones usadas para la definición de volúmenes; en el caso 2D se considera sólo la sección central del GTV, y en el 3D un total de 24 secciones, aunque aquí sólo se muestran completamente, en escala de grises, la central, la craneal superior y la caudal inferior.

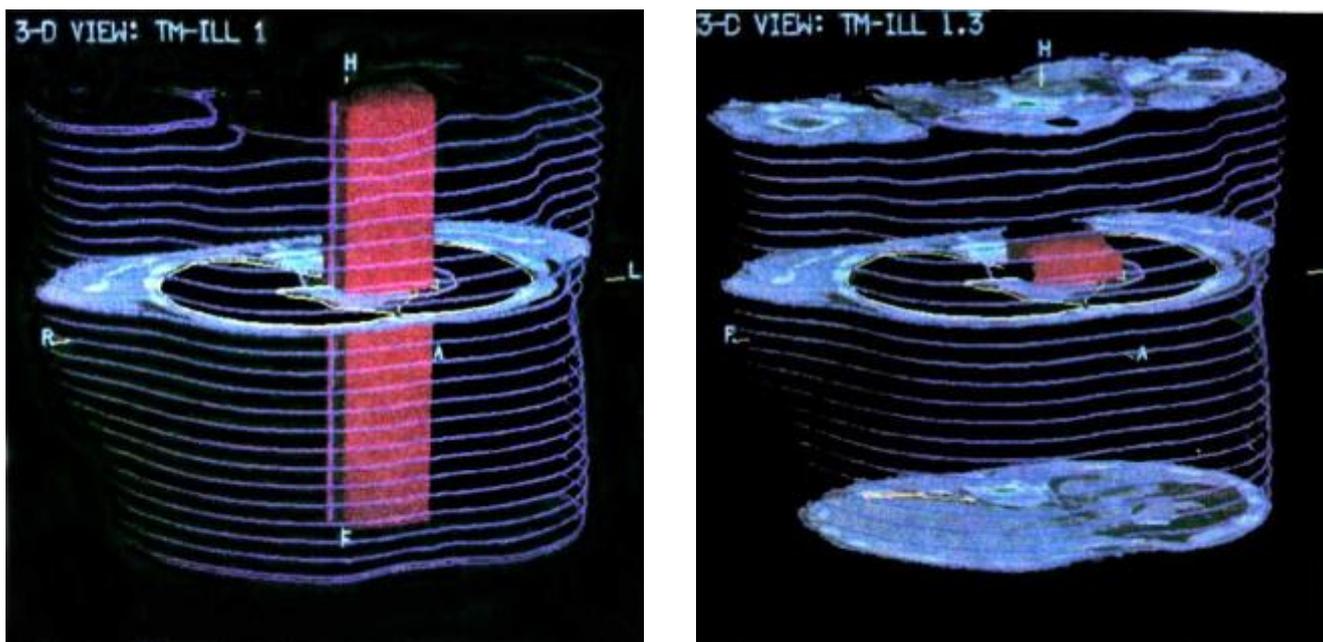


Fig. 2.7.c-d. El Volumen Tumor Macroscópico

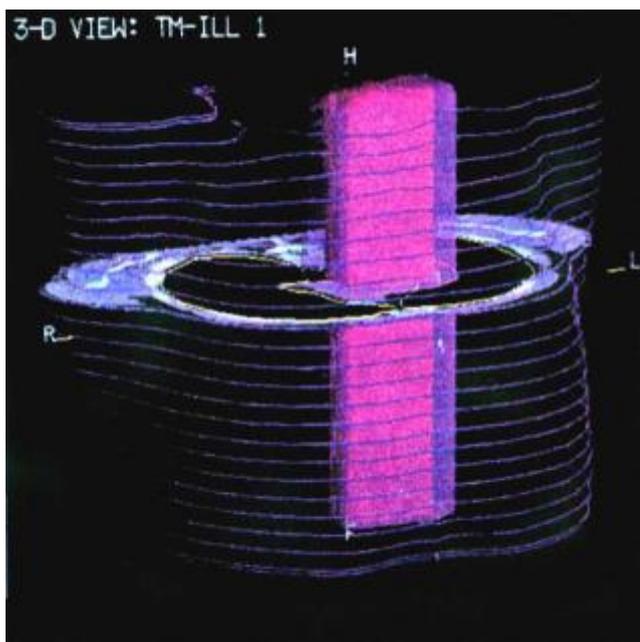


Fig. 2.7.e-f. Volumen Blanco Clínico, definido para incluir los ganglios de ambas regiones hiliares, del mediastino superior y de ambas regiones supraclaviculares.

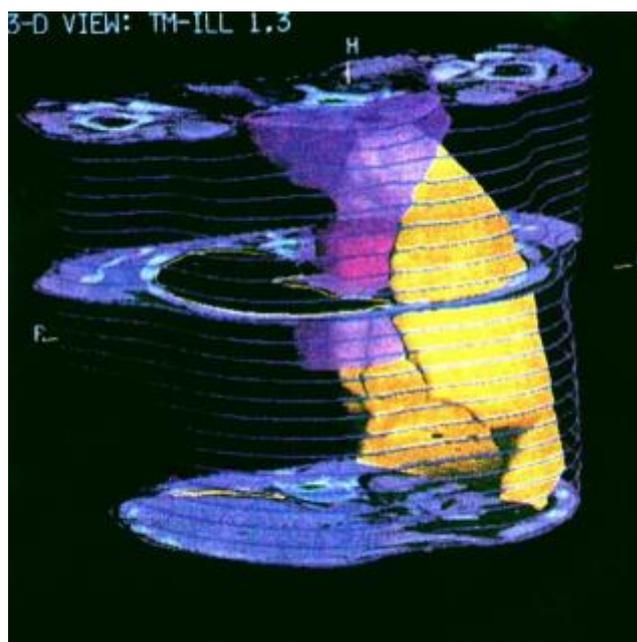
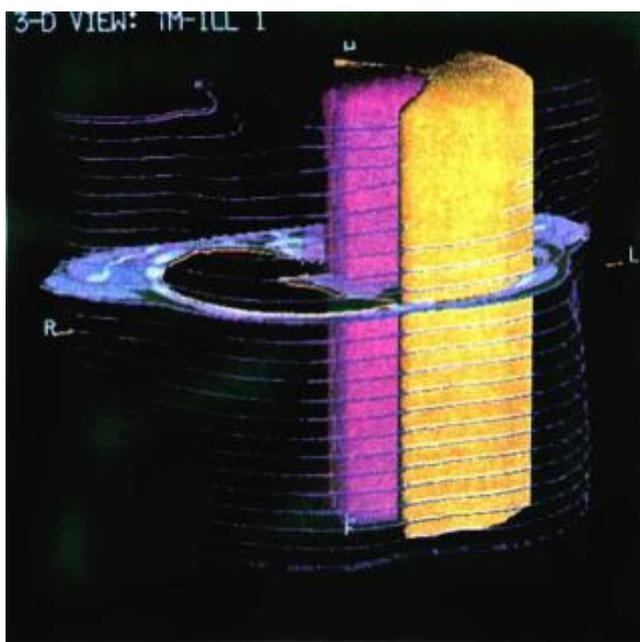


Fig. 2.7.g-h. Volumen Blanco Clínico y pulmón izquierdo.

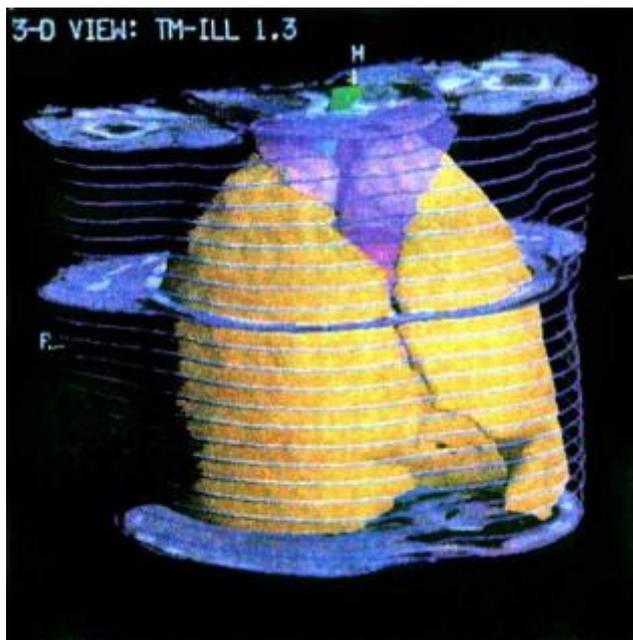


Fig. 2.7.i-j. Volumen Blanco Clínico y ambos pulmones.

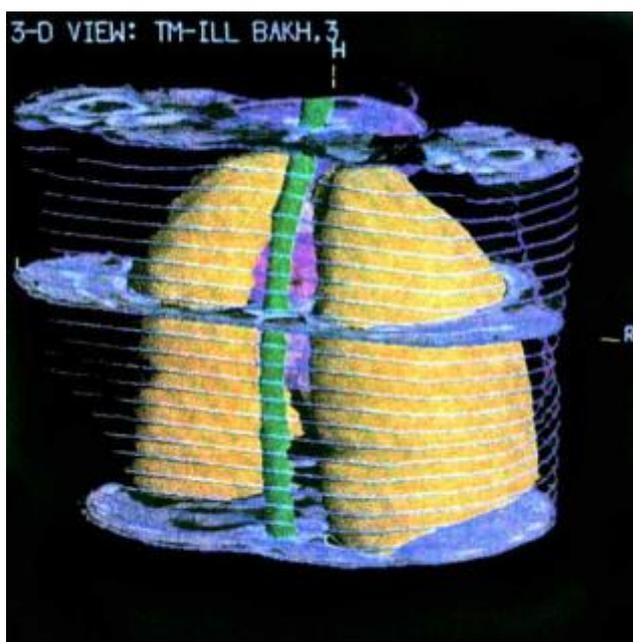
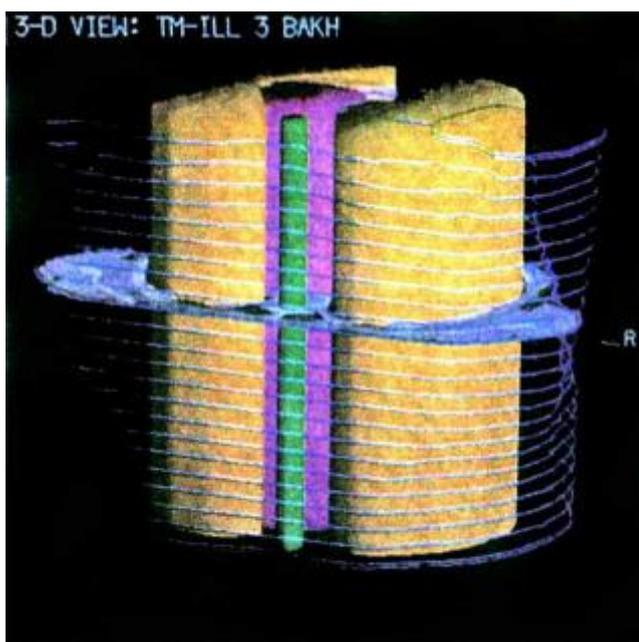


Fig. 2.7.k-l. Volumen Blanco Clínico, pulmones y médula espinal vistos desde atrás.

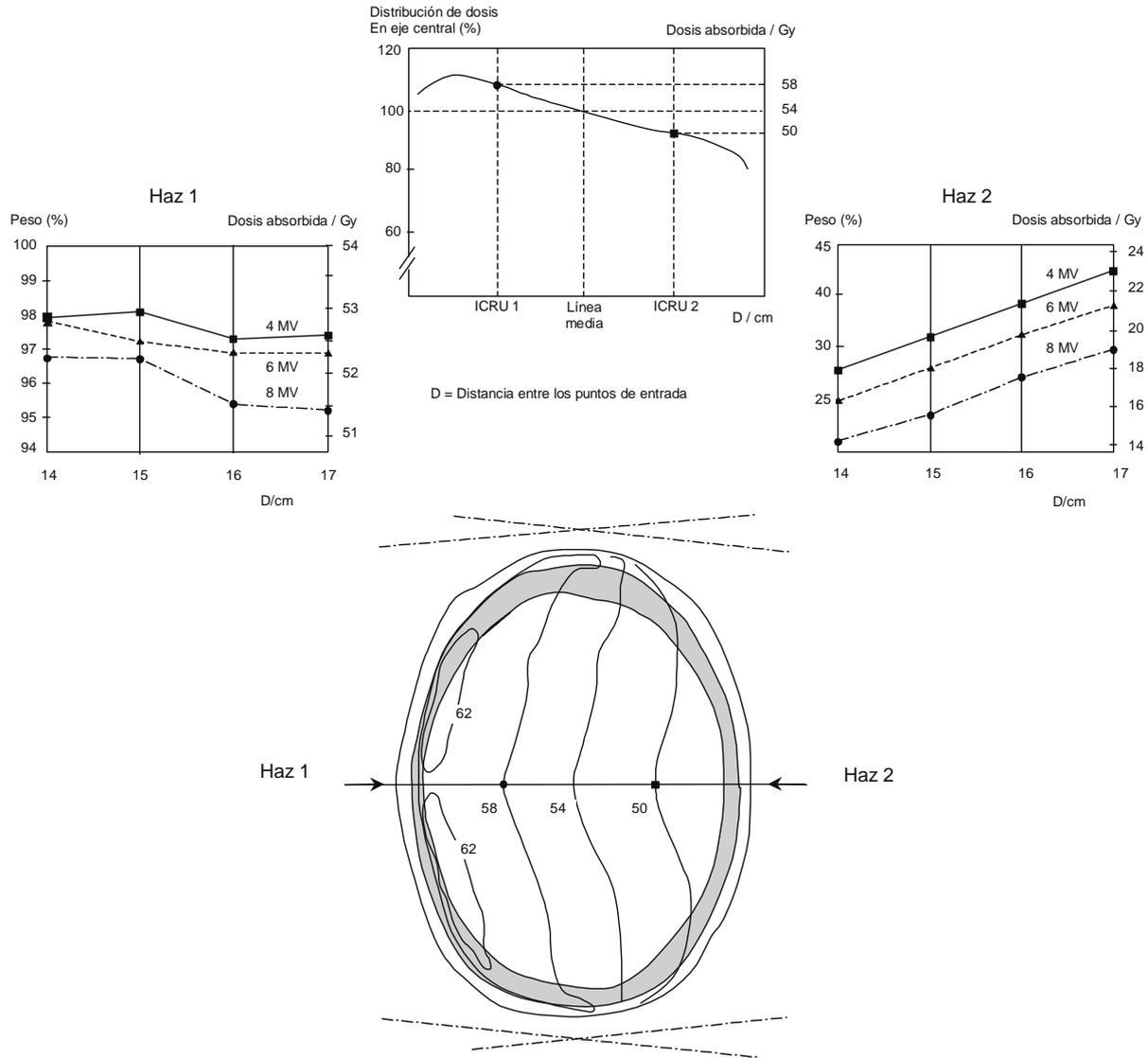


Fig. 2.8. Ejemplo de una técnica de tratamiento estándar con dos campos opuestos y pesos distintos para la irradiación de un glioma maligno. La dosis prescrita en el centro del hemisferio que contiene al tumor (punto ICRU 1) es 58 Gy, y en el centro del otro hemisferio (punto ICRU 2) 50 Gy, para irradiar una posible proliferación maligna más allá de la línea media.

El peso y la correspondiente dosis pico para cada campo, pueden verse en los nomogramas para diferentes distancias entre los dos puntos de entrada (D) y para diferentes energía del haz.

También se muestra la distribución de dosis resultante a lo largo del eje central.

El caso ilustra una situación bastante compleja (más de una dosis prescrita y haces con pesos distintos), donde, con un análisis detallado del procedimiento, el trabajo rutinario puede realizarse de forma simplificada aunque nunca de forma estandarizada.

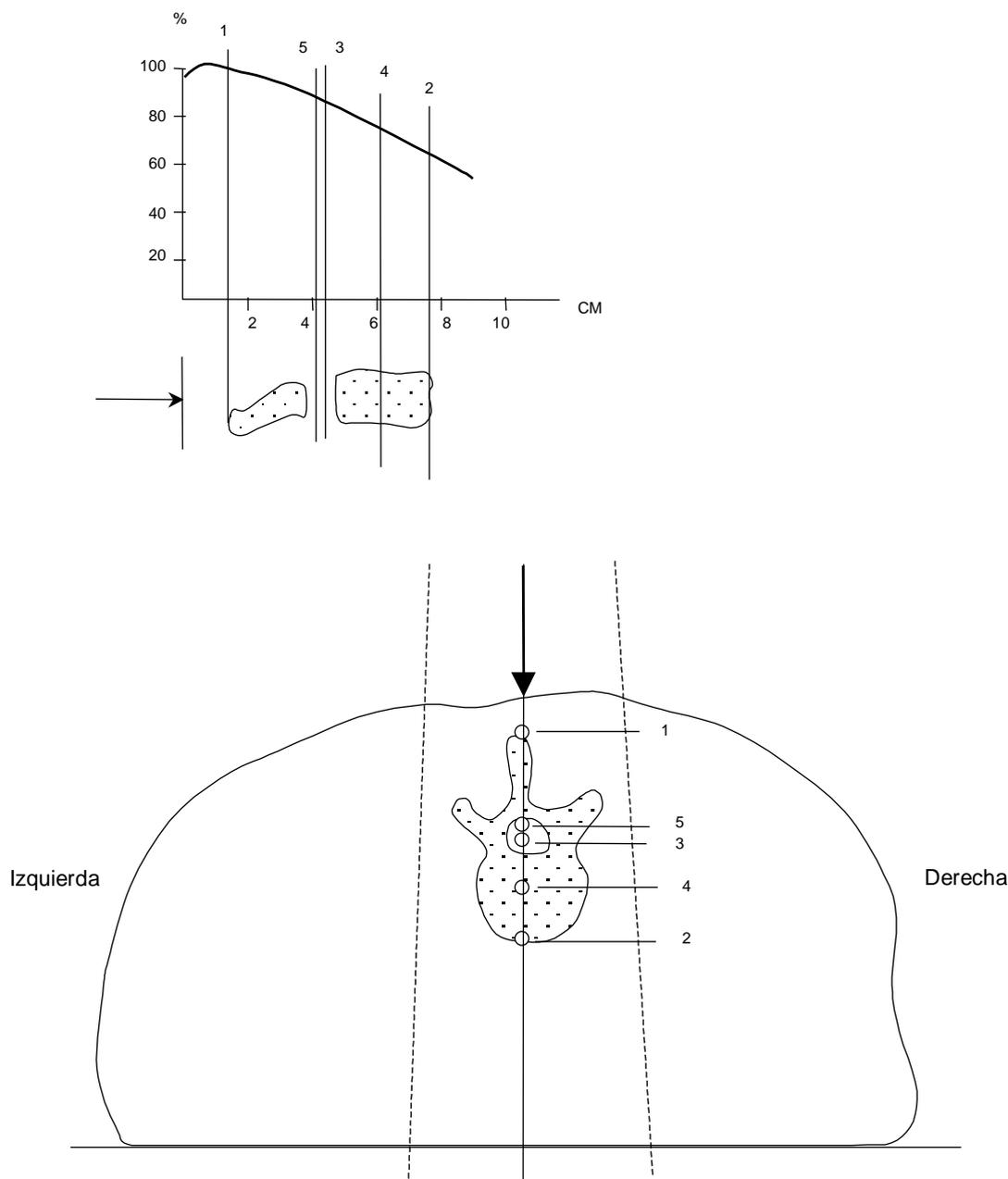


Fig. 2.9. Ejemplo de evaluación de dosis sobre el eje central (evaluación “unidimensional”). Tratamiento con campo único de ^{60}Co , DFP = 80 cm, de un paciente con metástasis vertebrales dolorosas (paciente en *decúbito prono*, nivel L III). El tamaño del haz fue seleccionado para tener en cuenta el movimiento del paciente, debido al dolor, durante el tratamiento. La normalización se realiza a la dosis pico en el eje central (100%).

Para la especificación de dosis se consideraron los siguientes puntos a lo largo del eje central:

- 1.- Cara dorsal de la apófisis espinosa del cuerpo vertebral (= 98%)
- 2.- Superficie ventral del cuerpo vertebral (= 65%)
- 3.- Centro geométrico de la vértebra completa, punto medio entre los puntos 1 y 2 (= 81%)
- 4.- Punto central del cuerpo vertebral propio (= 73%)
- 5.- Superficie dorsal de la médula espinal (= 85%)

La dosis en el punto 3 no se consideró adecuada para su inclusión en el informe, puesto que este punto no se encuentra en la estructura ósea propia. En su lugar, la dosis en el punto 4 fue seleccionada como Dosis de Referencia ICRU. Esta dosis se encontraba en una región donde la destrucción ósea era más evidente. Esta dosis, junto con las de los puntos 1 y 2, representa la Dosis Blanco especificada en el informe (73% de dosis pico, variando entre 98% y 65%). La dosis en el órgano de riesgo (médula espinal) es del 85%.

La figura ilustra una situación clínica común. Incluso cuando no se dispone de distribuciones de dosis, es posible determinar, con ciertas restricciones, la dosis en el PTV en el Punto de Referencia ICRU y la variación de dosis, así como la dosis en los órganos de riesgo.

3. Recomendaciones para la Elaboración de Informes

3.1 Introducción

El propósito de estas recomendaciones es promover la uniformidad entre centros de radioterapia cuando elaboran informes de sus tratamientos. En el intercambio de información, es esencial que diferentes centros realicen sus informes de un mismo modo para un mismo tipo de tratamientos, usando las mismas definiciones y terminología.

Estas recomendaciones, que tratan de volúmenes y dosis, son válidas para haces de fotones.

3.2 Recomendaciones Generales para Informar sobre Volúmenes

3.2.1 Volumen Tumor Macroscópico

El objetivo primordial del procedimiento clínico sobre un paciente con una enfermedad maligna, es definir la localización del tumor primario, su tamaño y la posible invasión de estructuras adyacentes, así como detectar la afectación de ganglios linfáticos regionales y metástasis distantes. Este procedimiento de clasificación debería dar lugar a una valoración precisa de la extensión de la enfermedad. Como este es un concepto puramente anatómico, puede ser descrito de forma precisa en términos topográficos usuales, p.ej., “tumor en techo de nasofaringe con metástasis ganglionares bilaterales en la cadena esternomastoidea del cuello”. Esto constituye la descripción del Volumen Tumor Macroscópico.

En muchas situaciones, una descripción verbal podría ser demasiado engorrosa y, además, es necesaria una clasificación para el registro y análisis de los datos. Para registro y documentación puede ser necesaria la codificación de esta descripción anatómica.

Existen varios sistemas de codificación anatómica. Quizás, el más ampliamente usado en la actualidad para describir la localización del tumor primario es el Capítulo 2 (Neoplasia) de la 9ª edición del ICD (International Classification of Diseases) (OMS, 1977). Este código se puede complementar con la clasificación TNM o pTNM, que indican la extensión de la enfermedad maligna (UICC, 1987, 1990). Sin embargo, como el código ICD fue diseñado para epidemiología y estadística de la salud, no es un descriptor topográfico puro y se ha modificado para fines oncológicos dando lugar al código ICD-O (OMS, 1976a, 1990). Por medio de este código es posible describir el Volumen Tumor Macroscópico y el Volumen Blanco Clínico en la mayoría de situaciones, pero no permite una descripción suficientemente detallada de diferentes estructuras (p.ej., ganglios linfáticos). Además, la lateralidad de los órganos y de las estructuras dobles debe indicarse mediante un código suplementario.

Otro sistema de codificación es el SNOMED (Systematized Nomenclature of Medicine) (CAP, 1979), cuya sección sobre topografía (T-SNOMED) contiene un código apropiado, aunque bastante complejo.

En el Apéndice I, Tabla I.2, se recomienda un código completo para localizaciones anatómicas basado en ICD-O (10) (OMS, 1990). En el Apéndice I, Tabla I.3, se recomienda un código sencillo para describir secciones.

En el Apéndice I, Fig. I.1, se dan ejemplos esquemáticos de cómo utilizar estos sistemas de codificación para la descripción de volúmenes, *v.gr.*, Volumen Tumor Macroscópico y Volumen Blanco Clínico, para documentación y registro, en cuatro situaciones clínicas típicas.

Sin embargo, para la elaboración del informe se recomienda una descripción en lenguaje sencillo.

3.2.2 Volumen Blanco Clínico

El Volumen Blanco Clínico es también un concepto puramente anatómico y puede ser descrito incluyendo, junto al tumor demostrado, estructuras en las que se sospecha, pero no está demostrada clínicamente, la existencia de diseminación. Así, el Volumen Blanco Clínico no puede ser definido, *a priori*, en términos de la clasificación TNM o pTNM, pero debe definirse en términos topográficos sencillos o siguiendo el correspondiente código, en conformidad con las recomendaciones dadas para el GTV. Se pueden encontrar ejemplos en el Apéndice I.

3.2.3 Volumen Blanco de Planificación

Como el Volumen Blanco de Planificación se define para tener en cuenta las variaciones en tamaño y posición del Volumen Blanco Clínico, es un concepto puramente geométrico y no puede ser descrito en términos anatómicos. Se recomienda que el PTV sea descrito dando el tamaño de los márgenes alrededor del CTV en todas las direcciones relevantes. Una mejora deseable puede ser la definición del PTV en términos de coordenadas en un sistema de referencia vinculado al paciente (Report 42 [ICRU, 1987]).

3.2.4 Volumen Tratado

El Volumen Tratado es aquel volumen encerrado por una isodosis especificada. De este modo, su descripción en el informe debe indicar qué nivel de isodosis se seleccionó o, preferiblemente, el valor correspondiente de dosis absorbida (Gy) y, si es posible, una estimación del tamaño de este volumen (cm³).

TABLA 3.1. Resumen de recomendaciones para la elección del Punto de Referencia ICRU para especificar la dosis en los informes de los tratamientos, haciendo énfasis en las configuraciones de haces sencillas. Nótese que, para cada situación, la variación de dosis (dosis máxima y mínima) en el Volumen Blanco de Planificación también tendrá que incluirse en el informe.

Tipo de configuración	Localización del Punto de Referencia ICRU			Ilustrado por las figuras
	Centrado en el Volumen Blanco de Planificación	En el eje del haz	En puntos especialmente seleccionados	
Un haz único	Recomendado	Recomendado	Puede ser necesario ^a	3.1.a, 2.9
Dos haces opuestos de pesos iguales	Recomendado	Recomendado		3.1.b, 2.5.a, 2.6.a, II.1
Dos haces opuestos de distintos pesos		Recomendado		3.1.c, 2.8
Dos o más haces no coaxiales con intersección en un punto		Recomendado		3.1.d, 3.1.e, 3.1.f, 2.5.b, 2.5.c
Arcoterapia, arco amplio	Recomendado	Recomendado		3.1.g
Arcoterapia, arco pequeño	Recomendado			3.1.h
Varios haces cuyos ejes no se intersecan en un punto dentro del PTV o el eje central no pasa por el PTV	Recomendado		Recomendado	3.2, 3.3, 3.4

^a Por ejemplo, vease Fig. 2.9 y Sección 3.3.1.

3.2.5 Volumen Irradiado

Como ocurre con el Volumen Tratado, el Volumen Irradiado también se define por la isodosis especificada que lo envuelve y, para su inclusión en el informe, debe proporcionarse el valor de la isodosis escogida o, preferentemente, el correspondiente valor de la dosis absorbida (Gy). También debería incluirse una estimación del tamaño del volumen (cm³).

En las Fig. 2.5.a-d se ilustra la variación en el tamaño del Volumen Tratado y del Volumen Irradiado para diferentes técnicas y un mismo PTV.

3.3 Recomendaciones Generales para la Elaboración de Informes Dosimétricos

Debe informarse de la dosis en el centro del Volumen Blanco de Planificación o en un punto próximo al centro así como las dosis máxima y mínima en el interior del PTV. Cuando sea posible, puede resultar útil proporcionar información adicional (como la dosis media y los histogramas dosis/volumen).

3.3.1 El Punto de Referencia ICRU

El sistema actual de recomendaciones para la elaboración de informes se basa en la selección de un punto en el PTV, denominado Punto de Referencia ICRU.

El Punto de Referencia ICRU será seleccionado de acuerdo con los siguientes criterios generales:

- la dosis en el punto debe ser clínicamente relevante y representativa de la dosis en todo el Volumen Blanco de Planificación (PTV),
- el punto debe ser fácil de definir de forma clara e inequívoca,
- el punto debe seleccionarse donde la dosis pueda ser determinada con precisión (precisión física),
- el punto debe ser seleccionado en una región donde no existan gradientes de dosis pronunciados.

Estas recomendaciones serán satisfechas si el Punto de Referencia ICRU se localiza, en primer lugar, en el centro o en la parte central del Volumen Blanco de Planificación y, en segundo lugar, en el eje central de los haces o en sus cercanías.

El método de selección del Punto de Referencia ICRU se ilustra mejor con ejemplos prácticos. Algunos Puntos de Referencia ICRU para configuraciones sencillas de haces se muestran en la Tabla 3.1 y en la Fig. 3.1. Estos se localizan en el eje de los haces o en el punto de intersección de los ejes de los haces (si existe tal punto de intersección dentro del Volumen Blanco de Planificación, con tal de que se sitúe en la parte central del mismo, es decir, al menos 2 cm dentro del límite del PTV), o simplemente en la parte central del PTV.

Fig. 3.1. Ejemplos de Puntos de Referencia ICRU (●) para la especificación de la dosis y las variaciones de dosis en el PTV desde el máximo (*) al mínimo, en configuraciones típicas sencillas de haces. El Volumen Blanco de Planificación se representa por las áreas rayadas.

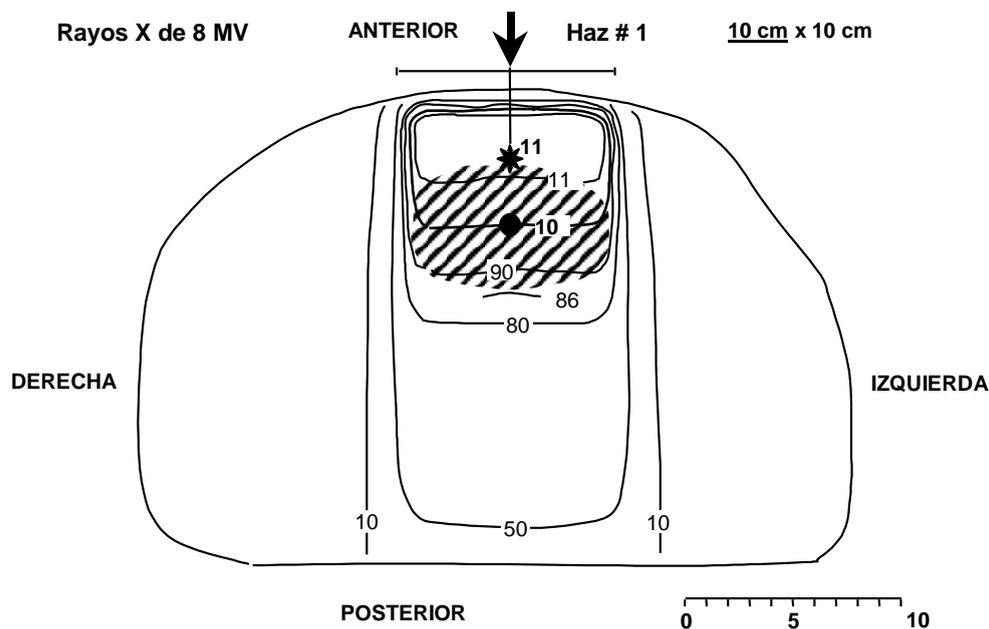


Fig. 3.1.a. Un haz de rayos X de 8 MV. El Punto de Referencia ICRU (100 %) está en el centro del PTV y sobre el eje del haz. La dosis en el PTV varía desde el 114 % hasta el 86 %.

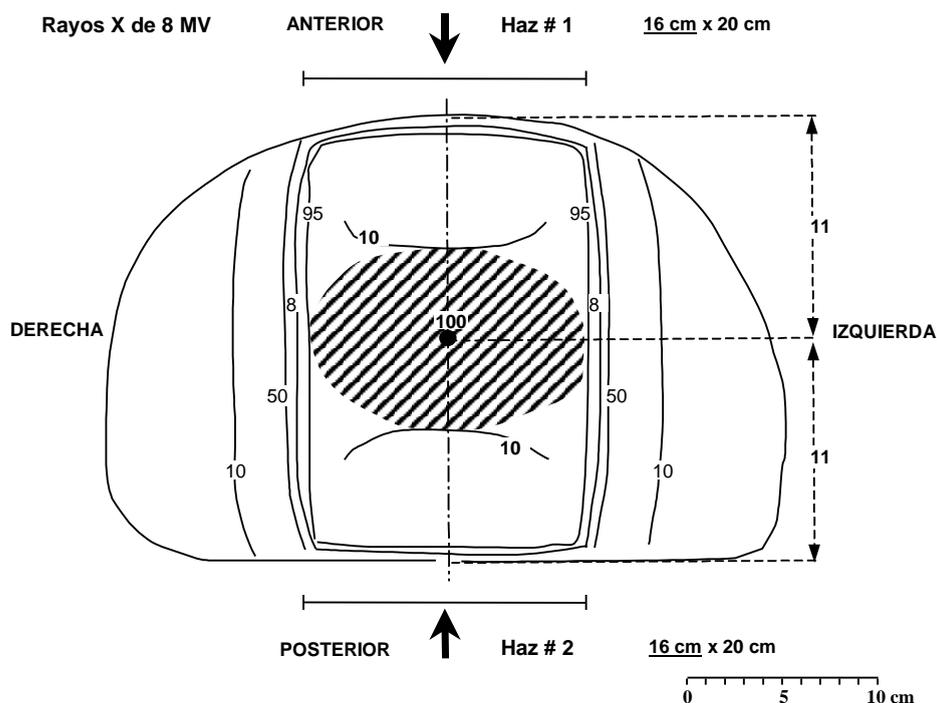


Fig. 3.1.b. Dos haces opuestos de rayos X de 8 MV con los mismos pesos. El Punto de Referencia ICRU (100%) está en el punto medio del segmento que une las entradas de los haces y en el centro del PTV. La dosis en el PTV varía desde el 102% hasta el 95%.

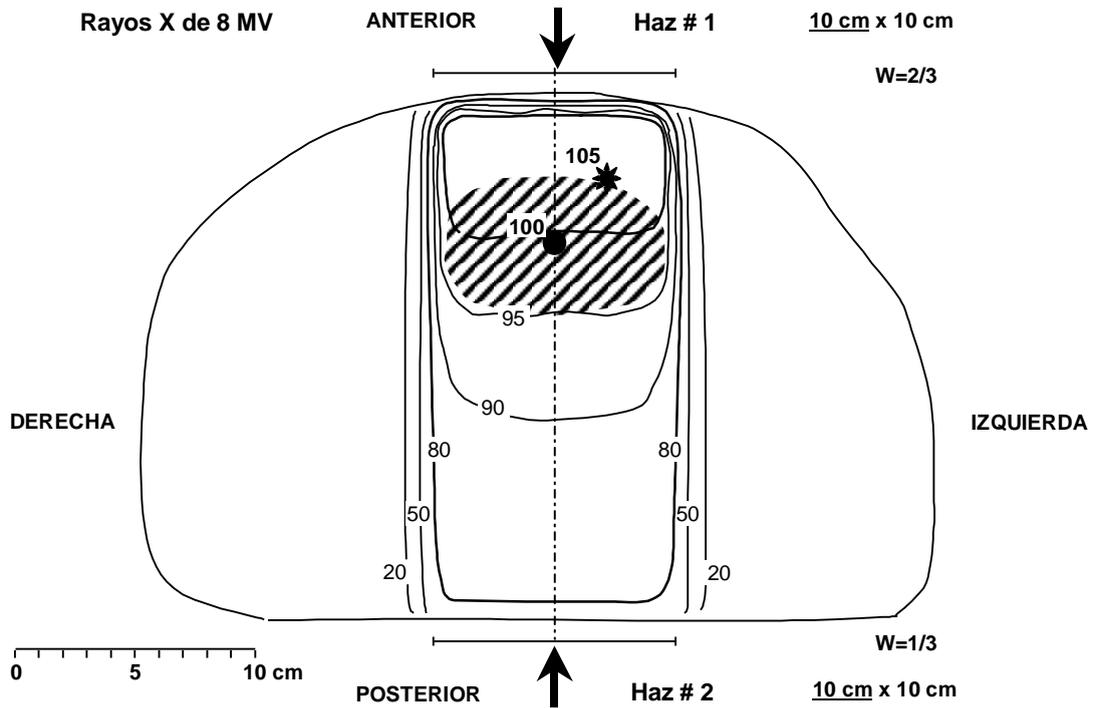


Fig. 3.1.c. Dos haces opuestos de rayos X de 8 MV, con pesos distintos (1:3 en los respectivos máximos de dosis). El Punto de Referencia ICRU (100 %) está en el centro del PTV y en el eje de los haces (pero no en el punto medio del segmento que une los puntos de entrada). La dosis en el PTV varía desde el 105 % hasta el 95 %.

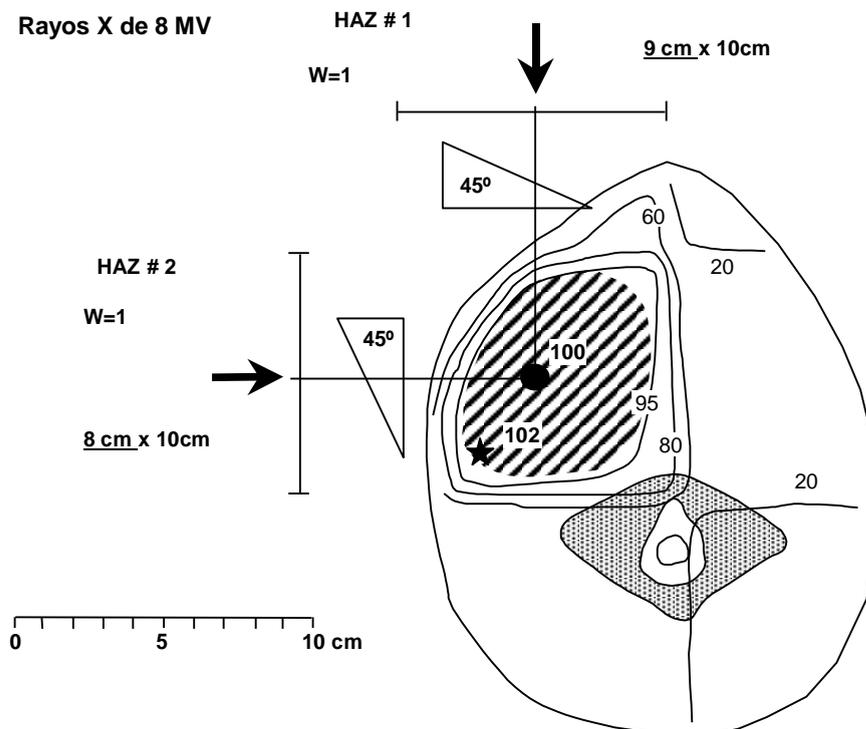


Fig. 3.1.d. Dos haces ortogonales de rayos X de 8 MV. El Punto de Referencia ICRU (100 %) está en el centro del PTV y en la intersección de los ejes de los haces. La dosis en el PTV varía desde el 102 % hasta el 95 %.

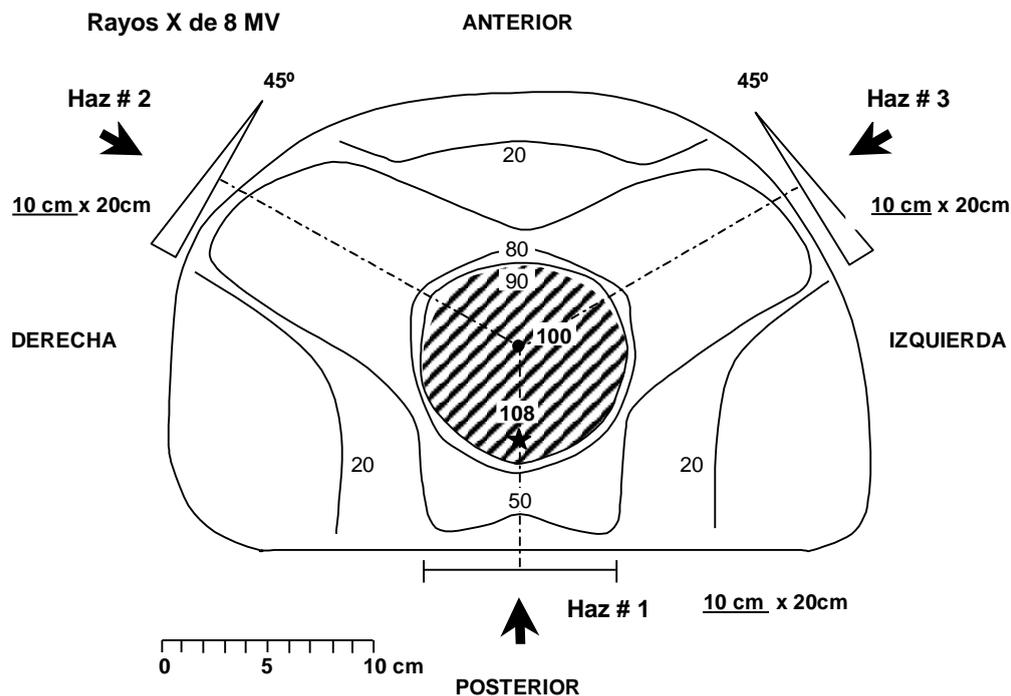


Fig. 3.1.e. Tres haces de rayos X de 8 MV, con pesos iguales, que se intersecan en un punto. El Punto de Referencia ICRU (100 %) está en el centro del PTV y en el punto de intersección de los ejes de los haces. La dosis en el PTV varía desde el 108 % hasta el 90 %.

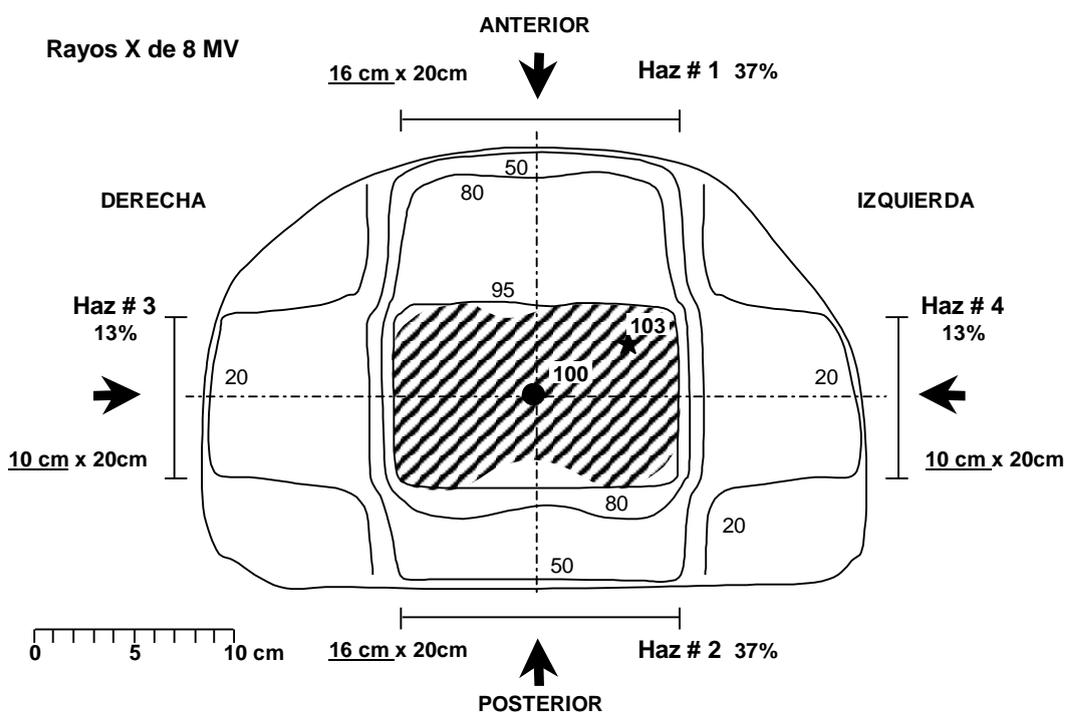


Fig. 3.1.f. Técnica de caja con haces de rayos X de 8 MV que se intersecan en un punto. El Punto de Referencia ICRU (100 %) está en el centro del PTV y en el punto de intersección de los ejes de los haces. La dosis en el PTV varía desde el 103 % hasta el 95 %.

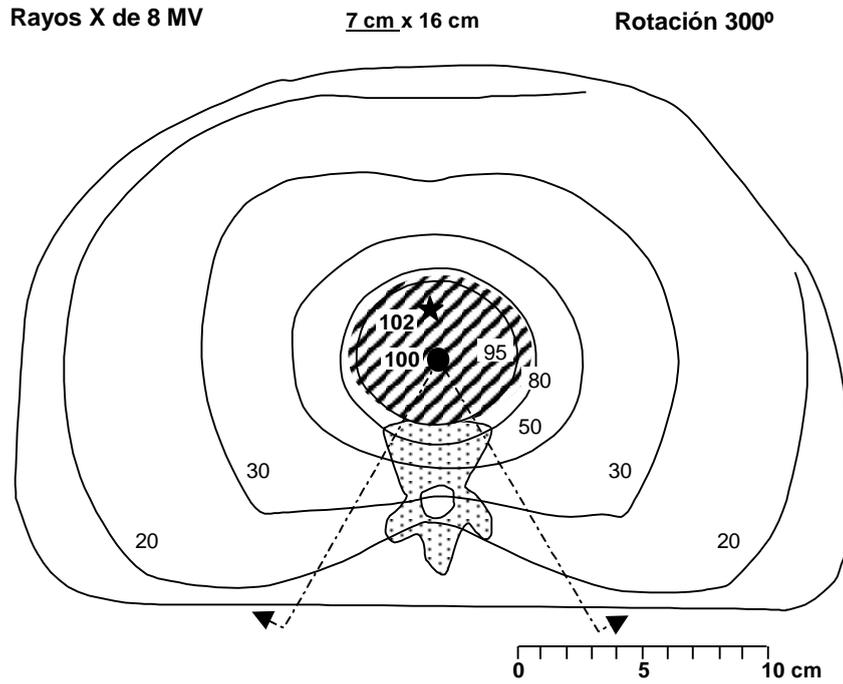


Fig. 3.1.g. Arcoterapia de arco amplio con rayos X de 8 MV. El Punto de Referencia ICRU (100 %) está en el centro del PTV y también en el eje de rotación. La dosis en el PTV varía desde el 102 % hasta el 80 %.

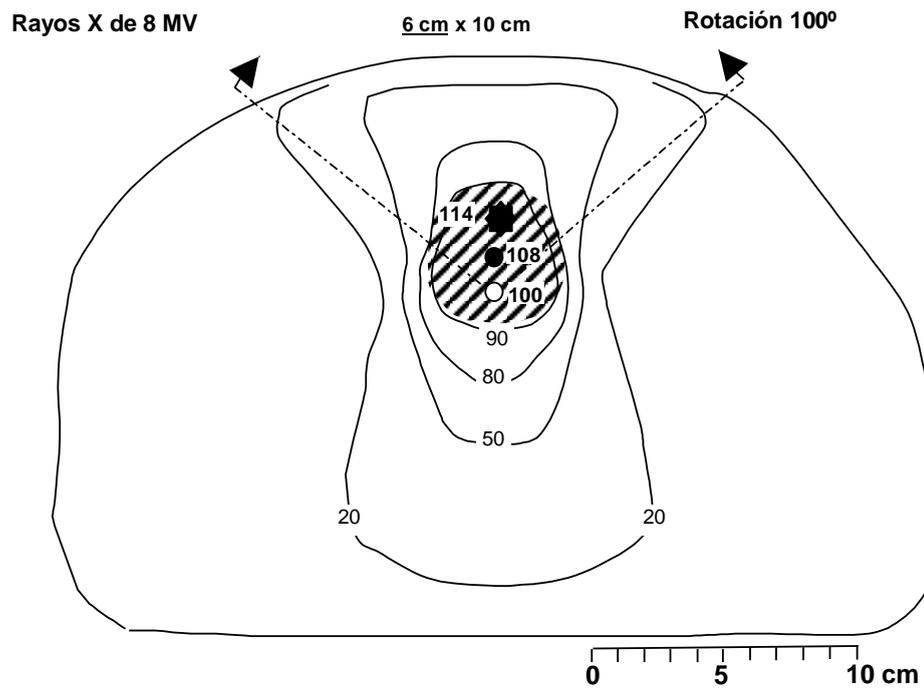


Fig. 3.1.h. Arcoterapia de arco pequeño (100°) con rayos X de 8 MV. La distribución de dosis ha sido normalizada a la dosis en la intersección del eje de rotación (círculo blanco = 100 %). El Punto de Referencia ICRU (círculo negro = 108 %) está en el centro del PTV. La dosis en el PTV varía desde el 114 % hasta el 85 % (respecto a la dosis en el punto de normalización), o desde el 106 % hasta el 79 % (respecto a la Dosis de Referencia ICRU).

En algunas situaciones, las condiciones no permiten localizar el Punto de Referencia ICRU simultáneamente en el centro del PTV o en punto próximo al centro y en los ejes de los haces, en un área donde la distribución de dosis sea homogénea. En estos casos, debería ser preferente el primer criterio, es decir, la localización en el centro del PTV o en un punto próximo al centro. Se dan algunos ejemplos en las Fig. 3.2, 3.3 y 3.4 y en el Apéndice II, Fig. II.5.e.

En otras situaciones, se encontrará que el “centro del PTV” no es un concepto significativo, si se entiende como el centro puramente geométrico o el centro de gravedad. Tal definición podría dar lugar a un “centro” que se encuentre fuera de los tejidos representados por el PTV (p.ej. en el tratamiento de la pared torácica, donde el centro de gravedad del PTV puede estar en el tejido pulmonar sano; o en el caso del tratamiento de los ganglios linfáticos regionales de un tumor pélvico, donde el PTV puede tener forma anular, y su centro de gravedad no estar en el tejido implicado). En estos casos, debe seleccionarse el Punto de Referencia ICRU dentro de los tejidos representados por el PTV y en un lugar donde la especificación de dosis se considere significativa. Tal lugar puede ser aquella región donde la densidad de células tumorales se considere máxima. Se da un ejemplo en el Apéndice II, Fig. II.3.c. Independientemente del lugar donde se localice, el Punto de Referencia ICRU debe ser especificado claramente.

3.3.2 La Dosis de Referencia ICRU

La dosis en el Punto de Referencia ICRU es la Dosis de Referencia ICRU, y debe ser siempre incluida en el informe.

3.3.3 La Variación de la Dosis en el Volumen Blanco de Planificación

Como se indicó previamente (Sección 2.4.1), es inevitable un cierto grado de inhomogeneidad en la dosis absorbida en el Volumen Blanco de Planificación (PTV), es decir, la dosis varía entre un valor máximo y un valor mínimo.

Como requerimiento mínimo, las dosis máxima y mínima en el PTV deben ser incluidas en el informe junto con la dosis en el Punto de Referencia ICRU. De esta forma, los tres valores de dosis indican la dosis y su variación en el Volumen Blanco Clínico.

La dosis máxima también es importante por su relación con los posibles efectos secundarios.

La dosis mínima se considera importante respecto al control tumoral. La isodosis correspondiente a la dosis mínima se denomina en ocasiones “isodosis mínima envolvente”. Sin embargo, no puede utilizarse como único predictor del control tumoral debido a posibles ambigüedades en la determinación del límite del Volumen Blanco Clínico (donde, por definición, la concentración de células tumorales es nula). El control tumoral estará determinado con mayor probabilidad por el nivel de dosis en el GTV, donde la densidad de células tumorales es grande. Además, en la región de penumbra o en sus proximidades, donde el gradiente de dosis es pronunciado, hay grandes incertidumbres en la determinación de la dosis.

Cuando sea posible, deben incluirse en el informe otros valores considerados importantes (p.ej., la dosis media y su desviación estándar, histogramas de dosis área/volumen y dosis ponderadas biológicamente).

En el Apéndice III se realiza un análisis de los valores relativos del empleo de los diferentes tipos de parámetros de dosis para la elaboración de informes.

3.3.4 Los Tres Niveles de Evaluación de la Dosis para la Elaboración de Informes

Lo exhaustivo y preciso del informe elaborado sobre la irradiación terapéutica depende, en gran medida, de la situación del servicio y de la finalidad del tratamiento. Debido a diferentes consideraciones clínicas y prácticas, se pueden identificar distintos niveles de ambición en la evaluación de la dosis. Por las razones dadas a continuación, se han seleccionado tres niveles, aunque hay que reconocer que pueden identificarse niveles intermedios.

3.3.4.1 Nivel 1: Técnicas Básicas

Las exigencias mínimas para la elaboración de informes pueden ser seguidas en todos los centros, incluyendo aquellos con limitados recursos humanos y de equipamiento terapéutico, dosimétrico e informático. En cualquier centro, cuando se realicen tratamientos sencillos (p.ej., algunos tratamientos paliativos), este nivel mínimo puede ser en ocasiones suficiente. En este nivel se asume que se puede determinar la dosis en el Punto de Referencia ICRU y realizar una estimación de las dosis máxima y mínima en el PTV, usando, p.ej., tablas de dosis en el eje central. También se puede obtener información sobre las dosis fuera del eje de los haces por medio de planos de isodosis estándar.

3.3.4.2 Nivel 2: Técnicas Avanzadas

En este nivel los estándares de planificación permiten el intercambio con otros centros de una información más relevante y completa. En este nivel se asume que el GTV, el CTV y el PTV pueden definirse en uno o más planos (secciones) usando métodos fidedignos de adquisición de datos del paciente, y/o técnicas modernas de imagen bajo condiciones fiables (p.ej., series de imágenes de TC y/o RMN). También se asume que se calcula la distribución completa de la dosis en el plano central

y en otros planos (secciones) usando únicamente datos de dosis del plano central y, si es necesario, con corrección por inhomogeneidades.

3.3.4.3 Nivel 3: Técnicas en Desarrollo

La realización de la planificación al nivel 3 posibilita el desarrollo de nuevas técnicas y la investigación clínica en radioterapia. En este nivel son posibles la planificación 3-D para cualquier disposición de haces (como los haces no coplanares) y la realización de histogramas dosis/volumen.

NB: En resumen, los tres niveles pueden definirse como sigue:

- Nivel 1: Únicamente se dispone de la dosis en el Punto de Referencia ICRU y la variación a lo largo del eje central del haz.
- Nivel 2: Las distribuciones de dosis se pueden calcular sobre uno o más planos.
- Nivel 3: Las distribuciones de dosis se pueden calcular en volúmenes.

En cualquier nivel, debe especificarse la dosis en el Punto de Referencia ICRU y las mejores estimaciones de las dosis máxima y mínima en el PTV. Además, cuando sea posible, en los niveles 2 y 3 esta información debe completarse, p.ej., con planos de isodosis, histogramas de dosis área/volumen y otra información.

Fig. 3.2. Ejemplo de técnica de radioterapia después de cirugía conservadora de mama en una paciente con ganglios positivos. Hay dos PTVs topográficamente separados, a saber, la mama (línea punteada en la sección II, Fig. 3.2.c) y ganglios linfáticos regionales de la axila y de la fosa supraclavicular (línea punteada en la sección I, Fig. 3.2.b). En la Fig. 3.2.a se muestra una representación esquemática de la disposición de los campos. La unidad de tratamiento está equipada con colimadores asimétricos, que se usan para bloquear cada haz hasta la línea media, produciendo de esta forma los cuatro haces de fotones de 5 MV: dos tangenciales (Nos. 1 y 2) para tratar la mama y dos AP-PA (Nos. 3 y 4) para los ganglios linfáticos de la axila y de la fosa supraclavicular. Los cuatro campos tienen el mismo isocentro (círculo con una cruz) y un lado común que pasa por él. Por ello, ninguno de los haces contiene al eje central. Otras partes de los haces se bloquean como se muestra con las áreas rayadas. Las líneas de isodosis del 100%, 95% y 105% se dan normalizadas a los Puntos de Referencia ICRU para los dos PTVs, como se indica por el triángulo (mama) y el cuadrado (nódulos linfáticos regionales). Se suministra una dosis de 50 Gy a cada uno de los PTVs referida a sus Puntos de Referencia ICRU (líneas de isodosis del 100%).

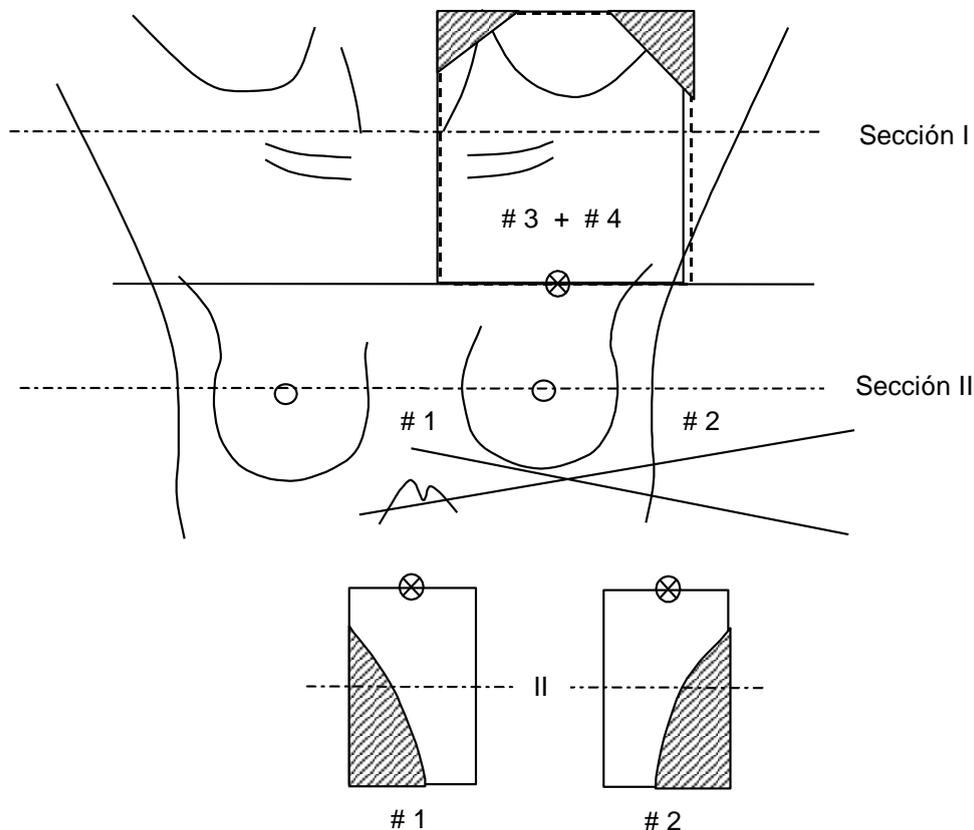


Fig. 3.2.a. Vista esquemática.

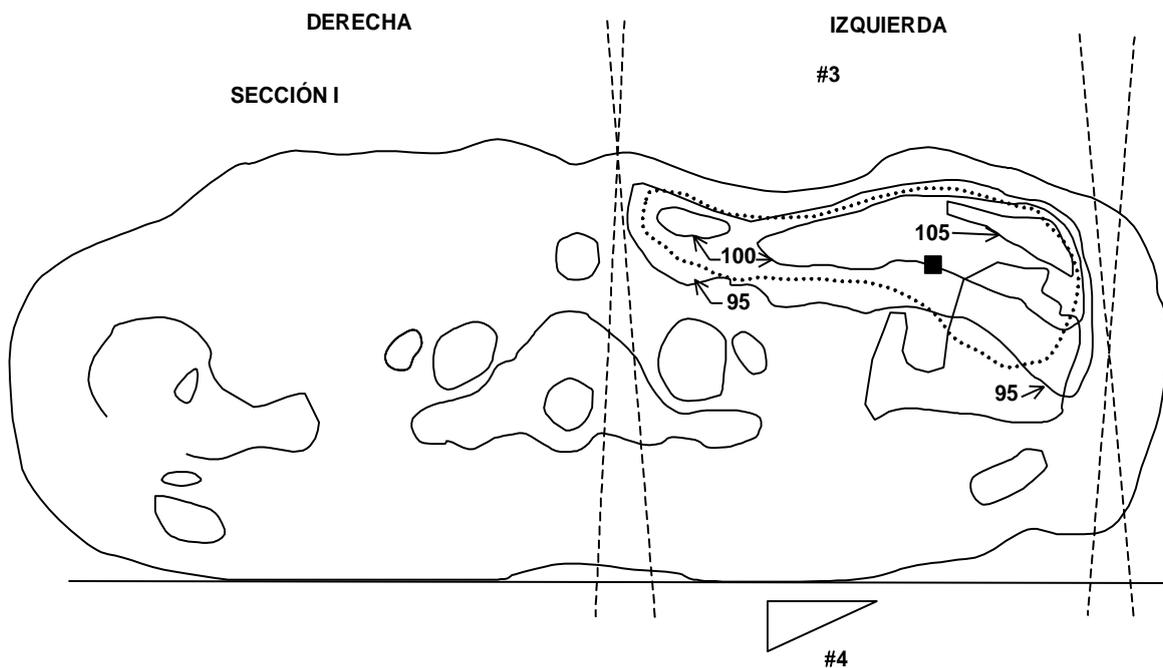


Fig. 3.2.b. Sección transversal a la altura de los ganglios linfáticos regionales.

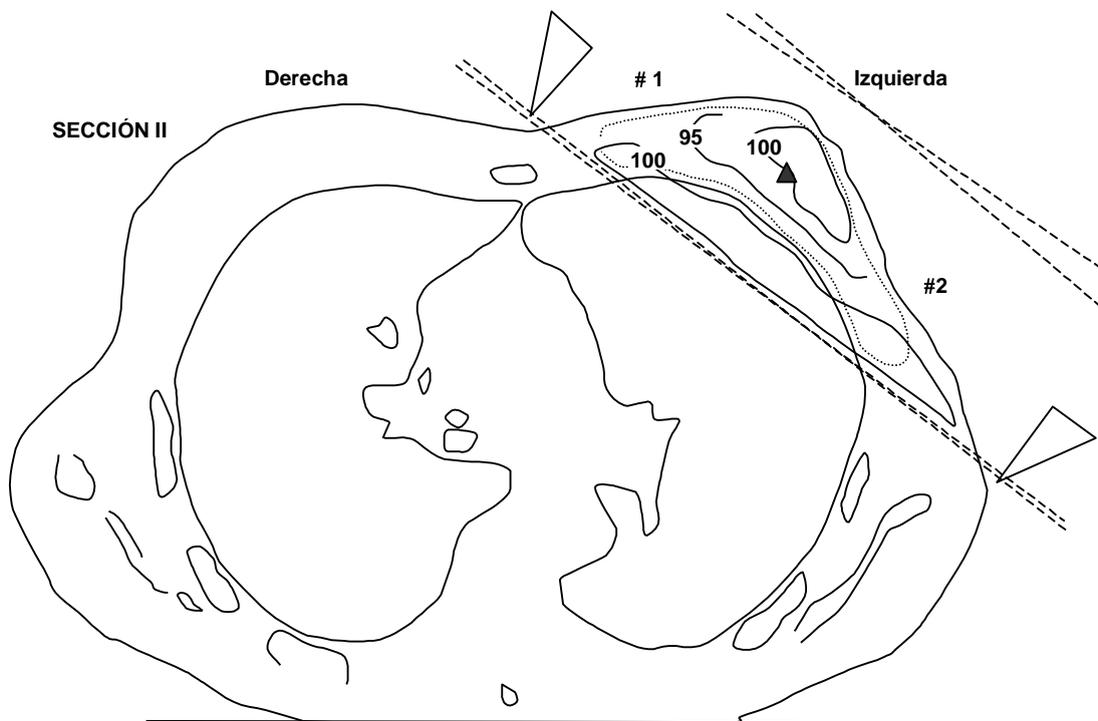


Fig. 3.2.c. Sección transversal a la altura de la mama.

Campo	Radiación	DFP cm	Tamaño campo (cm x cm)	Peso (Punto Referencia ICRU)
1	Rayos X 25 MV	100	18x14	0.22
2	Rayos γ ^{60}Co	80	27x14	1.20
3	Electrones 9 MeV	100	8x14	0.12

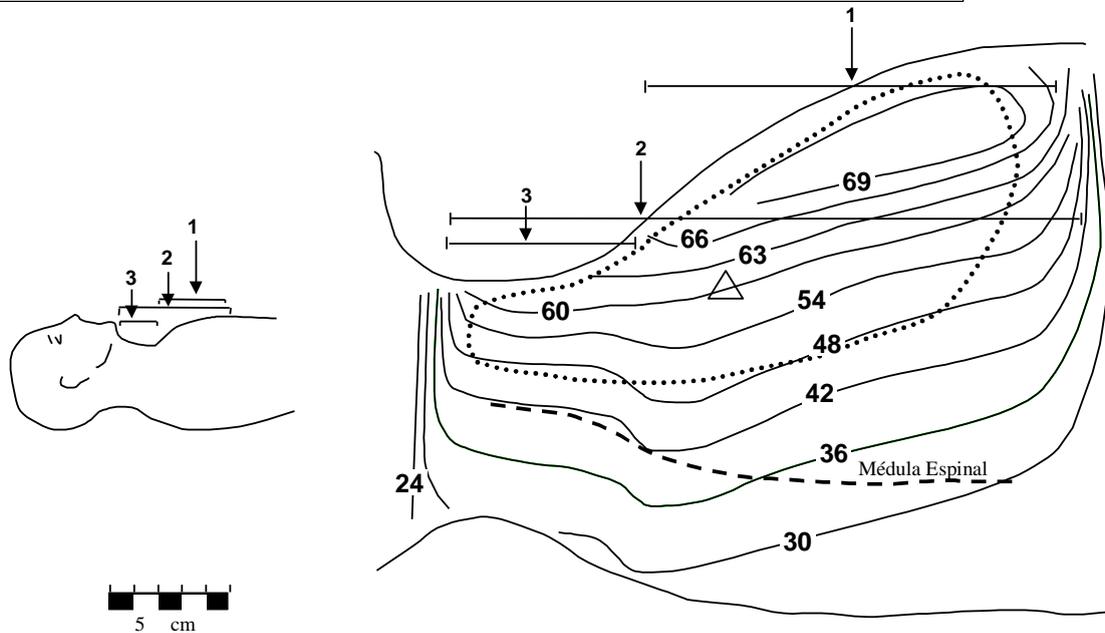


Fig. 3.3. Tratamiento de un carcinoma de tiroides con afectación de mediastino usando haces coplanares cuyos ejes no se intersecan en ningún punto. El propósito del tratamiento fue administrar una dosis de 60 Gy al tiroides y al mediastino anterior, manteniendo la dosis absorbida en la médula por debajo de 42 Gy. Sólo se usaron haces antero-posteriores cuyos pesos se eligieron por su contribución a la dosis en el Punto de Referencia ICRU (triángulo) en el caso de los fotones, y a la isodosis de 60 Gy en el plano medio sagital en el caso de los electrones. El PTV se representa con la línea punteada. Las líneas de isodosis indican valores absolutos en Gy. El Punto de referencia ICRU está representado por un triángulo. La dosis especificada para el informe es de 60 Gy, con una variación de 69 a 47 Gy. Modificado del Report 29 [ICRU, 1978].

3.4 Volumen Blanco de Planificación Único

3.4.1 Configuraciones Simples de Haces

En la figura 3.1 se ilustra la forma de seleccionar el Punto de Referencia ICRU para una serie de configuraciones haces simples y de uso frecuente. El Punto de Referencia ICRU se localiza en el centro del PTV, en la intersección de los ejes de los haces (siempre que tal punto de intersección exista y que esté situado en la parte central del PTV, o al menos claramente dentro de sus límites).

La dosis en el Punto de Referencia ICRU, así como las dosis máxima y mínima en el PTV, deberían incluirse en el informe. Varias de las configuraciones simples de haces consideradas en la figura 3.1 se usan en una gran proporción de tratamientos, especialmente de tipo paliativo.

3.4.2 Configuraciones Complejas de Haces

En algunas situaciones el Punto de Referencia ICRU no se puede seleccionar de acuerdo con los criterios básicos que se dan en la sección 3.3.1, por ejemplo:

- campos paralelos no coaxiales, opuestos o no opuestos (p. ej., diferentes tamaños de los haces, o haces paralelos),
- haces no coplanares,
- intersección de los haces fuera del PTV (o en su parte externa).

En tales situaciones el Punto de Referencia ICRU tendrá que seleccionarse de acuerdo con los criterios adicionales dados en la sección 3.3.1.

Deberían indicarse la dosis en el Punto de Referencia ICRU así como las dosis máxima y mínima en el PTV.

En las figuras 3.2, 3.3 y 3.4 y, en el Apéndice II, figuras II.4.b-d se muestran algunos ejemplos.

3.5 Tratamientos Complejos con más de un Volumen Blanco de Planificación

3.5.1 Introducción

Con la complejidad creciente de los tratamientos de radioterapia, frecuentemente se identifica más de un Volumen Blanco de Planificación. En la práctica, las dos situaciones más comunes son PTVs adyacentes y PTVs superpuestos (figura 3.5).

3.5.2 Volúmenes Blanco de Planificación Adyacentes

En esta situación los PTVs son adyacentes entre sí, no se superponen. Un ejemplo típico puede ser el tratamiento postoperatorio del cáncer de mama incluyendo la mama, la pared costal y las cadenas linfáticas regionales (ver figura 3.2 y Apéndice I, Fig. I.1.b).

Cuando los PTV son contiguos, como requerimiento mínimo, la dosis en cada PTV (en su Punto de Referencia ICRU, así como la dosis máxima y mínima en cada PTV) debería indicarse como se mostró en la sección 3.4.1. Nótese que el tratamiento de un PTV puede contribuir a la dosis en otro PTV, y que la información al nivel 1 puede que no tenga esto en cuenta. La información obtenida en los niveles 2 y 3 (isodosos, histogramas de dosis-área/volumen) será de mayor utilidad.

3.5.3 Volúmenes Blanco de Planificación Superpuestos

En esta situación un PTV está totalmente contenido dentro de los límites del otro. Un ejemplo típico es la técnica de sobreimpresión. En este caso, de nuevo, pueden darse dos situaciones:

- los ejes de los haces en los dos PTVs son idénticos y los centros coinciden (ver Apéndice II, figuras II.3a-b).
- los centros de los dos PTVs y los ejes de los haces difieren (ver Apéndice II, figura II.2.).

NB: La “técnica de la reducción progresiva” de campos, puede interpretarse como una serie de PTVs de menor tamaño insertados en otros mayores.

Cuando los PTVs están solapados se recomiendan los siguientes procedimientos:

3.5.3.1 Nivel 1

Para cada parte del tratamiento, la dosis en el Punto de Referencia ICRU y la dosis máxima y mínima en cada PTV se calculan a lo largo del eje central del haz y se deberían incluir en el informe. En el nivel 1 el informe se limita a una simple descripción de la técnica.

3.5.3.2 Niveles 2 y 3

Para cada PTV se calcula y se suma la distribución de dosis. La dosis en cada Punto de Referencia ICRU, así como la dosis máxima y mínima para cada PTV se incluyen en el informe, teniendo en cuenta la contribución acumulada en cada uno de ellos. Para los PTVs más pequeños el criterio de posición central en el PTV del Punto de Referencia ICRU se puede satisfacer habitualmente. Para los PTVs mayores (ver Apéndice II, figura II.3) se tiene que elegir un Punto de Referencia ICRU de acuerdo con los criterios dados en el apartado 3.3.1 (por ejemplo, en una posición que se considere significativa para el control tumoral en este PTV).

3.6 Órganos de Riesgo

Para cada órgano de riesgo, la dosis máxima junto con el volumen de órgano que recibe esta dosis se deberían indicar en el informe cuando sea posible, (p.ej., la dosis máxima en la médula espinal 42 Gy, 10 cm C1-C4, o dosis en el riñón izquierdo 21 Gy, riñón completo).

En algunas situaciones, parte del órgano o incluso la totalidad del mismo se irradia con dosis por encima de los niveles de tolerancia aceptados. En tales casos se debería estimar el volumen que recibe al menos la dosis de tolerancia.

Cuando la información al nivel 3 sea posible, también podrían constar en el informe histogramas dosis-volumen para órganos de riesgo, dosis media, magnitudes ponderadas biológicamente, etc.

3.7 Puntos Calientes

Si aparecen puntos calientes (ver sección 2.4.8.), su tamaño y posición deberían incluirse en el informe.

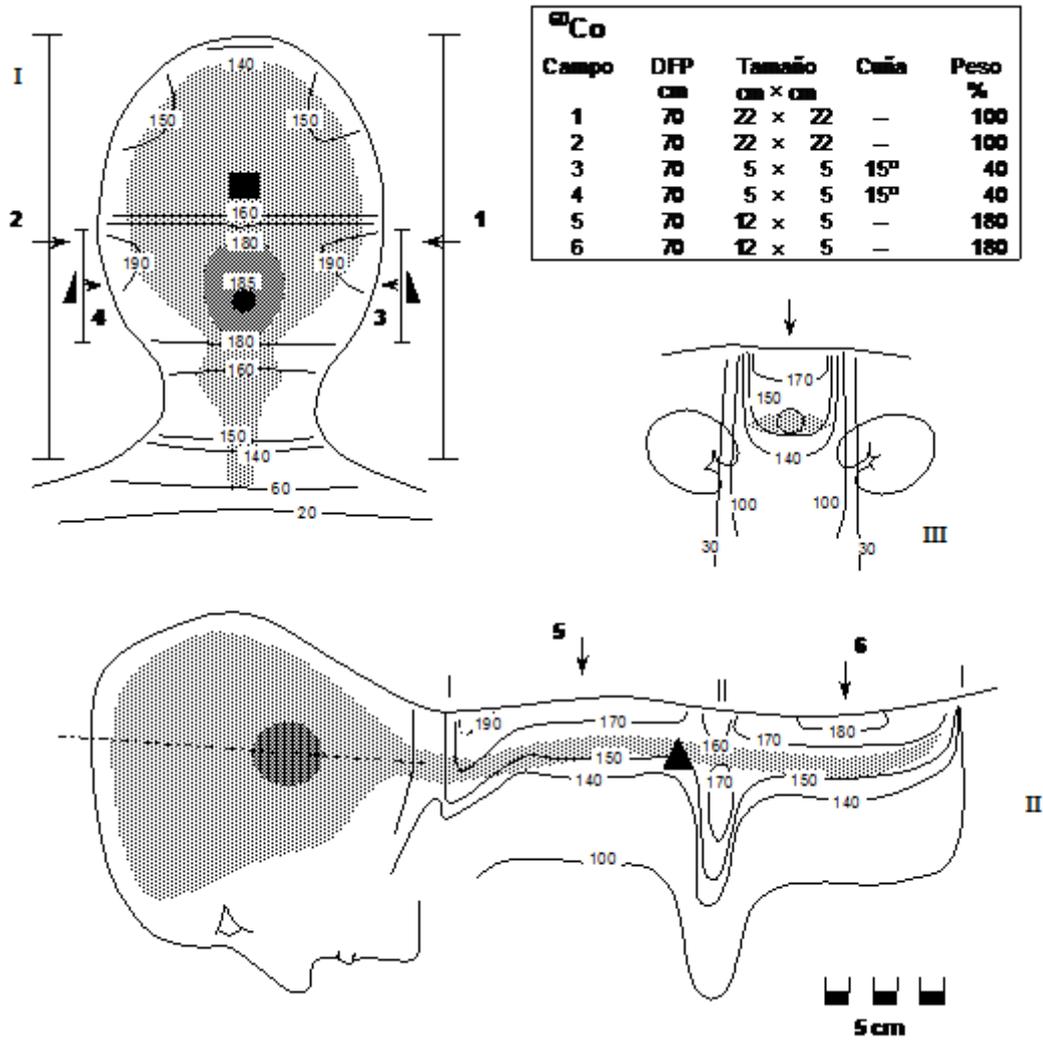


Fig.3.4. Planimetría en 3 secciones para el tratamiento de un meduloblastoma con dos PTVs (a. el tumor manifestado en el cerebelo [GTV] y sus extensiones locales subclínicas [CTV I/PTV I], y b. el espacio subdural completo y el sistema ventricular [CTV II/PTV II] con haces coplanares cuyos ejes no se cortan en un punto, haces no-coplanares y haces opuestos no-coaxiales. El peso de los haces se eligió para dar la dosis total prescrita en los dos PTVs con el mismo número de fracciones. La distribución de la dosis absorbida se calculó primero para el PTV I y la parte craneal del PTV II en una sección frontal y después se realizó una planimetría para la parte espinal del PTV II en una sección sagital media (II). Además, para evaluar la dosis en los riñones, se usó una sección transversal (III). Para su inclusión en el informe, se definieron tres Puntos de Referencia ICRU diferentes, uno para el PTV I (□ = ICRU 1) y dos para las partes craneal y espinal del PTV II (□ = ICRU 2, y □ = ICRU 3, respectivamente). Extraído del Informe 29 (ICRU,1978).

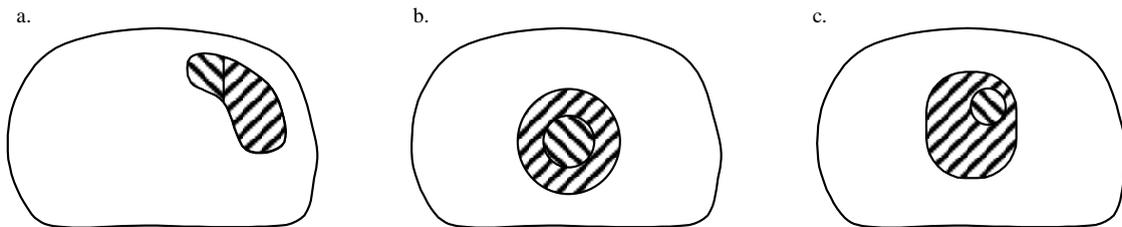


Fig. 3.5. Dos volúmenes blanco de planificación diferentes, que pueden ser:

- a. Adyacentes entre sí.
- b. Uno totalmente contenido dentro de los límites del otro con centros coincidentes.
- c. Uno totalmente contenido dentro de los límites del otro pero con centros diferentes.

/// = PTV I // = PTV II

Apéndice I

Requisitos Mínimos para la Documentación y Recomendaciones para Describir las Técnicas en la Realización de Informes

I.1 Requisitos Mínimos para la Documentación

En la sección 2.1 y en la Fig. 2.1, se indican los diferentes pasos del proceso radioterapéutico, así como la necesidad de realizar registros en las diferentes etapas del proceso radioterapéutico completo.

El registro de ciertos parámetros en cada paso constituye la documentación necesaria del tratamiento. Normalmente, esta documentación se realiza en un formulario especialmente diseñado para el tratamiento. En el futuro, este proceso será reemplazado por bases de datos informatizadas, tales como los registros clínicos, pero seguirán siendo aplicables los fundamentos y los requisitos de la documentación. Este asunto ha sido también tratado en el Report 42 (ICRU, 1987).

Los requisitos exigidos a un formulario de registro (o su equivalente informatizado) en un tratamiento de terapia de haces externos pueden ser resumidos como sigue (modificado de Möller *et al.* 1976):

- El oncólogo radioterapeuta podrá usar los formularios como hoja de prescripción, donde hará constar diagnóstico, finalidad del tratamiento, GTVs, CTVs, dosis prescrita y fraccionamiento.
- Deberá ser fácil incluir la información necesaria para la planificación del tratamiento, así como otros parámetros relevantes que resulten del proceso de planificación.
- El formulario deberá proporcionar al técnico todos los detalles concernientes al posicionado del paciente, y deberá poder usarse como diario de anotaciones.
- A efectos de control, deberá ser posible prescribir y registrar todas las medidas de dosis, y cualquier tipo de revisiones realizadas al paciente, además de las correspondientes mediciones realizadas para controlar el tratamiento.
- El formulario debe suministrar al médico que supervisa el tratamiento la información adecuada para evaluar correctamente las reacciones del paciente durante el mismo.
- Una vez concluido el tratamiento, debe realizarse un sumario con todos los datos sobre la dosis y el tiempo para proporcionar los valores finales dosis/tiempo en los diferentes volúmenes (PTVs y órganos de riesgo).
- Los datos no deberán dar lugar a ambigüedades y deberán ajustarse a definiciones y conceptos aceptados que permitan la puesta en común de la información de un grupo de pacientes para su evaluación.
- Los formularios de registro deberán contener suficiente información para propósitos legales, en caso de ser necesarios.

Para satisfacer estos requisitos, deberán registrarse ciertos datos obligatoriamente. Además, para la interpretación de los resultados de los tratamientos puede ser útil registrar otros datos que, para un paciente concreto, podrían ser considerados opcionales.

En la tabla I.1 se da una lista de los diferentes parámetros que pueden considerarse útiles para registro. Esta lista se ajusta a las recomendaciones dadas en el Informe 42 (ICRU, 1987).

Con el propósito de recuperar la información puede ser útil codificar numéricamente las localizaciones anatómicas del GTV y del CTV, así como las localizaciones de las secciones para planificación. Estos códigos se presentan en las tablas I.2 y I.3.

TABLA I1 Lista de parámetros que deben registrarse en las diferentes etapas del proceso radioterapéutico (comparar con Sección 2.1 y Fig. 2.1)

Nota: * indica recomendado. (*) indica opcional

Información	Prescripción del oncólogo radioterapeuta	Planificación	Verificación y confirmación	Formulario de tratamiento y registro clínico	Informe
DATOS DEL PACIENTE					
Identificación del Paciente	*	*	*	*	
Diagnóstico					
Localización	*	*	*	*	*
Histología	*	*	(*)	*	*
Estadio/extensión	*	*	(*)	*	*
Finalidad del tratamiento	*			*	*
PLANIMETRÍA					
Identificación de la planimetría		*	*	*	
Fecha de Planificación		*	*	*	
Posicionado del Paciente	*	*	*	*	*
Descripción anatómica de:					
GTV(s)	*			*	*
CTV(s)	*			*	*
órganos de riesgo	*			*	*
Información gráfica de:					
GTV(s)	*	*			
CTV(s)	*	*			
PTV(s)	*	*			
heterogeneidades del tejido	*	*			
referencias anatómicas	*	*			
Orientación y posición de:					
plano de referencia		*		*	
otros planos		*		*	
Método de normalización		*		*	
Punto de Referencia ICRU	*	*	*	*	*
Dosis por fracción en el blanco	*	*	*	*	*
Dosis total en el blanco en:					
Punto de Referencia ICRU	*	*	*	*	*
Máximo		*		*	*
Mínimo	*	*		*	*
Media		(*)		(*)	(*)
Mediana		(*)		(*)	(*)
Moda		(*)		(*)	(*)
Otros		(*)		(*)	(*)
Dosis en órganos de riesgo	*	*	*	*	*
Método de cálculo de dosis		*		*	*
Distribución completa de la dosis		*		*	(*)
PARÁMETROS DEL HAZ					
Haz		*	*	*	
Calidad de radiación	*	*	*	*	*
DFP/DFI	*	*	*	*	*
Tamaño del campo		*	*	*	*
Posición del haz	(*)	*	*	*	*
Dirección del haz	(*)	*	*	*	*
Ángulo del brazo		*	*	*	*
Ángulo del colimador		*	*	*	*
Otros parámetros de la unidad			*	*	
Cuñas, compensadores, etc.		*	*	*	*
Peso de los haces		*	*	*	(*)
Unidades monitor		*	*	*	
Dosis en el máximo del haz		*	*	*	
Contribución a la dosis en el blanco		*	*	*	
Dosis de salida		*	(*)	*	
Firma del técnico		*	*	*	
MEDIDAS DE CONTROL					
Radiografía portal	*	(*)	*	*	
Imágenes de verificación	*		*	*	
Dosimetría <i>in vivo</i>	*		(*)	*	
Precisión global de la puesta en tto.			*	*	
ESQUEMA TEMPORAL					
Fecha de inicio	(*)		*	*	
Fecha de finalización	(*)		*	*	
Número de fracciones diarias	*		*	*	*
Intervalo entre fracciones	*		*	*	*
Relación temporal con otros ttos.	*		(*)	*	*
Número total de fracciones	*	(*)	*	*	*
Número total de días	(*)		*	*	*

TABLA I.2 Código anatómico: El código aquí referido es una sugerencia de cómo una clasificación aceptada internacionalmente puede usarse para describir el Volumen Tumor Macroscópico (GTV) y el Volumen Blanco Clínico (CTV). Esta es una adaptación de *International Classification of Diseases for Oncology*, ICD-O, 2nd Edition (OMS,1990) la cual, a su vez, está basada en la propuesta de la *10th Revision of the International Statistical Classification of Diseases and Related Health Problems (ICD-10)*.

Dado que ICD-O no es lo bastante específica como para describir las estructuras anatómicas con suficiente detalle, se ha añadido una letra para describir las estructuras de la piel, tejido blando, hueso y ganglios linfáticos. Se ha incluido también la lateralidad usando el código que para la misma propone el *WHO Handbook for Standardized Cancer Registries (OMS,1976b)*, como sigue:

- 1 = derecha
- 2 = izquierda
- 3 = central
- 4 = bilateral
- 9 = desconocida

El código completo tiene este formato:



Los ejemplos están en la figura I.1 y en el Apéndice II.

C00-C14 CAVIDAD ORAL Y FARINGE	C18.3 Ángulo hepático del colon
C00.0 Parte externa del labio superior	C18.4 Colon transverso
C00.1 Parte externa del labio inferior	C18.5 Ángulo esplénico del colon
C01.9 Base de la lengua	C18.6 Colon descendente
C02.9 Parte móvil de la lengua	C18.7 Colon sigmoide
C03.0 Encía maxilar	C18.9 Colon
C03.1 Encía mandibular	C19.9 Unión recto-sigma
C04.9 Suelo de la boca	C20.9 Recto
C05.0 Paladar duro	C21.0 Ano
C05.1 Paladar blando	C22.0 Hígado
C06.0 Mucosa de las mejillas	C22.0A Lóbulo derecho del hígado
C06.2 Zona retromolar	C22.0B Lóbulo izquierdo del hígado
C06.9 Cavidad oral	C22.1 Conductos biliares intrahepáticos
C07.9 Glándula parótida	C23.9 Vesícula biliar
C08.0 Glándula submandibular	C24.0 Conductos biliares extrahepáticos
C08.1 Glándula sublingual	C24.1 Ampolla de Vater
C09.9 Amígdala	C25.0 Cabeza del páncreas
C10.1 Superficie anterior de la epiglotis	C25.1 Cuerpo del páncreas
C10.2 Pared lateral de la orofaringe	C25.2 Cola del páncreas
C10.3 Pared posterior de la orofaringe	C25.4 Islotes de Langerhans
C10.9 Orofaringe	C25.9 Páncreas
C11.9 Nasofaringe	C30-C39 SISTEMA RESPIRATORIO Y ÓRGANOS INTRATORÁCICOS
C12.9 Seno piriforme	C30.0 Cavidad nasal
C13.0 Región postericoides	C30.1 Oído medio
C13.2 Pared posterior de la hipofaringe	C31.0 Seno maxilar
C13.9 Hipofaringe	C31.1 Seno etmoidal
C14.0 Faringe	C31.2 Seno frontal
C14.2 Anillo de Waldeyer	C31.3 Seno esfenoidal
C15-C26 ÓRGANOS DIGESTIVOS	C32.0 Cuerdas vocales
C15.3 Tercio superior del esófago	C32.1 Supraglotis
C15.4 Tercio medio del esófago	C32.2 Subglotis
C15.5 Tercio inferior del esófago	C32.4 Seno Morgagni
C15.9 Esófago	C32.9 Laringe
C16.0 Cardias	C33.9 Tráquea
C16.1 Fondo del estómago	C34.0 Bronquios principales
C16.2 Cuerpo del estómago	C34.1 Lóbulo superior del pulmón
C16.9 Estómago	C34.2 Lóbulo medio del pulmón
C17.0 Duodeno	C34.3 Lóbulo inferior del pulmón
C17.1 Yeyuno	C34.9 Pulmón
C17.2 Ileon	C37.9 Timo
C17.3 Divertículo de Meckel	C38.0 Corazón
C17.9 Intestino delgado	C38.0A Pericardio
C18.0 Ciego	C38.3 Mediastino
C18.1 Apéndice	C38.4 Pleura
C18.2 Colon ascendente	

C38.4A	Pleura visceral
C38.4B	Pleura parietal
C40-C41	HUESOS, ARTICULACIONES Y CARTÍLAGOS ARTICULARES
C40.0	Huesos largos de los miembros superiores, escápula y articulaciones asociadas
C40.0A	Escápula
C40.0B	Articulación acromioclavicular
C40.0C	Articulación del hombro
C40.0D	Húmero
C40.0E	Articulación del codo
C40.0F	Radio
C40.0G	Cúbito
C40.1	Huesos cortos de los miembros superiores y articulaciones asociadas
C40.1 A	Articulación de la muñeca
C40.1B	Mano
C40.2	Huesos largos de los miembros inferiores y articulaciones asociadas
C40.2A	Articulación de la cadera
C40.2B	Fémur
C40.2C	Articulación de la rodilla
C40.2D	Tibia
C40.2E	Peroné
C40.3	Huesos cortos de los miembros inferiores y articulaciones asociadas
C40.3A	Articulación del tobillo
C40.3B	Pie
C41.0	Huesos del cráneo y articulaciones asociadas
C41.0A	Cráneo
C41.0B	Maxilar
C41.1	Mandíbula
C41.1A	Articulación temporomandibular
C41.2	Columna vertebral
C41.2A	Atlas
C41.2B	Vértebra C II
C41.2C	Vértebra C III
C41.2D	Vértebra C IV
C41.2E	Vértebra C V
C41.2F	Vértebra C VI
C41.2G	Vértebra C VII
C41.2H	Vértebra T I
C41.2I	Vértebra T II
C41.2J	Vértebra T III
C41.2K	Vértebra T IV
C41.2L	Vértebra T V
C41.2M	Vértebra T VI
C41.2N	Vértebra T VII
C41.2O	Vértebra T VIII
C41.2P	Vértebra T IX
C41.2Q	Vértebra T X
C41.2R	Vértebra T XI
C41.2S	Vértebra T XII
C41.2T	Vértebra L I
C41.2U	Vértebra L II
C41.2V	Vértebra L III
C41.2X	Vértebra L IV
C41.2Y	Vértebra L V
C41.3	Costillas, esternón, clavícula y art. asociadas
C41.3A	Clavícula
C41.3B	Esternón
C41.3C	Costilla I

C41.3D	Costilla II
C41.3E	Costilla III
C41.3F	Costilla IV
C41.3G	Costilla V
C41.3H	Costilla VI
C41.3I	Costilla VII
C41.3J	Costilla VIII
C41.3K	Costilla IX
C41.3L	Costilla X
C41.3M	Costilla XI
C41.3N	Costilla XII
C41.4	Huesos de la pelvis, sacro, coxis y articulaciones asociadas
C41.4A	Huesos de la pelvis
C41.4B	Ilion
C41.4C	Isquion
C41.4D	Hueso del pubis
C41.4E	Sacro
C41.4F	Coxis
C41.4G	Articulación de la cadera
C42	SISTEMAS HEMATOPOYÉTICO Y RETÍCULO ENDOTELIAL
C42.1	Médula ósea
C42.2	Bazo
C44	PIEL
C44.0	Piel del labio
C44.1	Párpado
C44.1A	Párpado Superior
C44.1B	Párpado Inferior
C44.2	Oído externo
C44.2A	Oreja
C44.2B	Canal auditivo externo
C44.3	Piel de la cara
C44.3A	Frente
C44.3B	Sien
C44.3C	Mejilla
C44.3D	Nariz
C44.3E	Aleta nasal
C44.3F	Mandíbula
C44.4	Piel del cuero cabelludo y cuello
C44.5	Piel del tronco
C44.5A	Axila
C44.5B	Mamas
C44.5C	Pared torácica
C44.5D	Región escapular
C44.5E	Región abdominal
C44.5F	Costados
C44.5G	Ingle
C44.5H	Periné
C44.5I	Ano
C44.6	Piel de los miembros superiores y hombros
C44.6A	Hombro
C44.6B	Brazo
C44.6C	Mano
C44.6D	Palma
C44.6E	Dedo
C44.7	Piel de los miembros inferiores y caderas
C44.7A	Cadera
C44.7B	Pierna
C44.7C	Tobillo
C44.7D	Pie
C44.7E	Planta del pie

C44.7F	Dedos del pie
C48	RETROPERITONEO Y PERITONEO
C48.0	Tejido retroperitoneal
C48.2	Peritoneo
C49	TEJIDO CONECTIVO, SUBCUTÁNEO Y OTROS TEJIDOS BLANDOS
C49.0	Tejido blando de cabeza y cuello
C49.0A	Cabeza
C49.0B	Cara
C49.0C	Cuello
C49.0D	Región supraclavicular
C49.1	Tejidos blandos de los miembros superiores y hombros
C49.1A	Hombro
C49.1B	Brazo
C49.1C	Mano
C49.2	Tejidos blandos de los miembros inferiores y piernas
C49.2A	Cadera
C49.2B	Muslo
C49.2C	Pantorrilla
C49.2D	Tobillo
C49.2E	Pie
C49.3	Tejidos blandos del tórax
C49.3A	Axila
C49.3B	Región infraclavicular
C49.3C	Pared torácica
C49.3D	Región escapular
C49.4	Tejidos blandos del abdomen
C49.4A	Pared abdominal
C49.4B	Ombiligo
C49.5	Tejidos blandos de la pelvis
C49.5A	Región inguinal
C49.5B	Periné
C49.5C	Región de glúteos
C50	MAMA
C50.0	Pezón
C50.1	Parte central de la mama
C50.2	Cuadrante superior interno de la mama
C50.3	Cuadrante inferior interno de la mama
C50.4	Cuadrante superior externo de la mama
C50.5	Cuadrante inferior externo de la mama
C50.7	Glandulas mamarias accesorias
C50.9	Mama
C51-C58	ÓRGANOS GENITALES FEMENINOS
C51.0	Labios mayores
C51.1	Labios menores
C51.9	Vulva
C52.9	Vagina
C53.9	Cuello del útero
C54.1	Endometrio
C54.2	Miometrio
C54.9	Cuerpo del útero
C55.9	Utero
C56.9	Ovario
C57.0	Trompa de Falopio
C57.3	Parametrio
C57.4	Anejos uterinos
C60-C63	ÓRGANOS GENITALES MASCULINOS
C60.0	Prepucio
C60.1	Glande
C60.2	Cuerpo del pene
C60.9	Pene

C61.9	Próstata
C62.0	Testículo no descendido
C62.1	Testículo descendido
C62.9	Testículo
C63.0	Epidídimo
C63.1	Cordón espermático
C63.2	Escroto
C64-C68	APARATO URINARIO
C64.9	Riñón
C65.9	Pelvis renal
C66.9	Uréter
C67.7	Uraco
C67.9	Vejiga
C68.0	Uretra
C69-C72	OJO, CEREBRO Y OTRAS PARTES DEL SISTEMA NERVIOSO CENTRAL
C69.0	Conjuntiva
C69.1	Córnea
C69.2	Retina
C69.3	Coroide
C69.4	Cuerpo ciliar
C69.5	Glándula lacrimal
C69.6	Órbita (excepto globo ocular)
C69.9	Ojo
C70.0	Meninges cerebrales
C70.1	Meninges espinales
C71.0	Cerebro
C71.1	Lóbulo frontal
C71.2	Lóbulo temporal
C71.3	Lóbulo parietal
C71.4	Lóbulo occipital
C71.5	Ventrículo
C71.6	Cerebelo
C71.7	Bulbo raquídeo
C72.0	Médula espinal
C72.0A	Médula cervical
C72.0B	Médula torácica
C72.0C	Médula lumbar
C72.0D	Médula sacra
C72.1	Cola de caballo
C72.2	Nervio olfativo
C72.3	Nervio óptico
C72.4	Nervio acústico
C72.5	Nervio craneal
C73-C75	TIROIDES Y OTRAS GLÁNDULAS ENDOCRINAS
C73.9	Glándula tiroides
C74.0	Córtex de la glándula adrenal
C74.1	Médula de la glándula adrenal
C74.9	Glándula adrenal
C75.0	Glándula paratiroidea
C75.1	Glándula pituitaria
C75.2	Conducto craneofaríngeo
C75.3	Cuerpo pineal
C75.4	Cuerpo carotídeo
C75.5	Cuerpo aórtico y otros paraganglios
C77	GANGLIOS LINFÁTICOS
C77.0	Ganglios linfáticos de cabeza y cuello
C77.0A	Ganglios linfáticos occipitales
C77.0B	Ganglios linfáticos preauriculares
C77.0C	Ganglios linfáticos submandibulares

C77.0D	Ganglios linfáticos retrofaríngeos
C77.0E	Ganglios linfáticos cervicales
C77.0F	Ganglios linfáticos supraclaviculares
C77.1	Ganglios linfáticos intratorácicos
C77.1A	Ganglios linfáticos del mediastino superior
C77.1B	Ganglios linfáticos del mediastino inferior
C77.1C	Ganglios linfáticos hiliares
C77.1D	Ganglios linfáticos paraesternales
C77.1E	Ganglios linfáticos intercostales
C77.2	Ganglios linfáticos intrabdominales
C77.2A	Ganglios linfáticos celiacos
C77.2B	Ganglios linfáticos hepáticos
C77.2C	Ganglios linfáticos esplénico hiliares
C77.2D	Ganglios linfáticos mesentéricos

C77.2E	Ganglios linfáticos paraórticos
C77.3	Ganglios linfáticos de axila o brazo
C77.3A	Ganglios linfáticos infraclaviculares
C77.3B	Ganglios linfáticos axilares
C77.3C	Ganglios linfáticos cubitales
C77.4	Ganglios linfáticos de región inguinal y pierna
C77.4A	Ganglios linfáticos inguinales
C77.4B	Ganglios linfáticos poplíteos
C77.5	Ganglios linfáticos pélvicos
C77.5A	Ganglios linfáticos iliacos
C77.5B	Ganglios linfáticos obturadores
C77.5C	Ganglios linfáticos sacros

Tabla 1.3 Código de secciones: Los planos transversales son planos paralelos, perpendiculares al eje longitudinal del cuerpo y (para la cabeza y el tronco) a intervalos de 3-4 cm.

PLANOS TRANSVERSALES	
05	Vértice del cráneo
06	9 cm por encima del canal auditivo externo
07	6 cm por encima del canal auditivo externo
08	Glabela - protuberancia occipital externa
09	Conducto auditivo externo
10	C I-paladar duro
11	C II
12	C III
13	C IV - laringe
14	C V
15	C VI
16	C VII
20	T I-articulación acromio-clavicular
21	T II
22	T III- muesca esternal
23	T IV
24	T V
25	T VI
26	T VII
27	T VIII - xifoides
28	T IX
29	T X
30	T XI
31	T XII
40	L I
41	L II —ombbligo
42	L III —cresta iliaca

43	L IV
44	L V
50	Promontorio-espina iliaca anterior
51	Borde superior del acetábulo
52	Sínfisis
53	Tuberosidad isquiática
60	Mitad superior del fémur
61	Mitad inferior del fémur
62	Articulación de la rodilla
63	Mitad superior de la tibia
64	Mitad inferior de la tibia
65	Articulación del tobillo
66	Pie
70	Mitad superior del húmero
71	Mitad inferior del húmero
72	Articulación del codo
73	Mitad superior del radio-cúbito
74	Mitad inferior del radio-cúbito
75	Muñeca
76	Mano

PLANOS PARALELOS AL EJE LONGITUDINAL

80	Sección frontal del cráneo
81	Sección frontal de la pelvis
85	Sección sagital del cráneo
86	Sección sagital de la de la columna y el tronco
87	Sección sagital de la pelvis

PLANOS ESPECIALES

90	
----	--

El informe de dosis absorbida en terapia de haces externos deberá ir acompañado de información sobre el fraccionamiento incluyendo, al menos, el número de fracciones y el tiempo total en días, junto con el primer y el En la elaboración del informe, se recomienda que los métodos de planificación, técnica, cálculo y control se describan según las siguientes directrices.

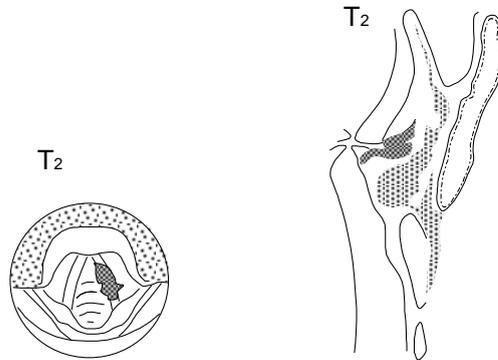
I.2 Descripción de la Técnica de Tratamiento, Incluyendo los Métodos de Planificación, Cálculo de Dosis y Control, con el Propósito de Realizar Informes

En la elaboración del informe, se recomienda que los métodos de planificación, técnica, cálculo y control se describan según las siguientes directrices.

I.2.1 Planificación del Tratamiento

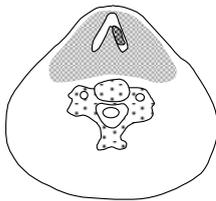
- (i) Posicionado del paciente (p. ej., supino/prono, cabeza/pies hacia el soporte, sentado, etc.).
- (ii) Dispositivos de inmovilización (p. ej., molde de escayola, molde al vacío, mordedores, etc.).
- (iii) Localización y simulación realizada en el simulador o en la unidad de tratamiento.
- (iv) Planificación del tratamiento basada en tomografía computarizada u otra información relevante.
- (v) Optimización de la distribución de dosis en la computadora o en el simulador.

Fig.I.1. Volumen Tumor Macroscópico (GTV) y su correspondiente Volumen Blanco Clínico para cuatro situaciones clínicas diferentes, descritas en términos anatómicos y codificadas de acuerdo con algunos sistemas de codificación (los ICD-O[9], ICD-O[10], WHO Handbook for Standardized Cancer Registries de la OMS [para la lateralidad], y T-SNOMED). Véase la sección 3.2. Volumen Tumor Macroscópico = Zona negra; Volumen Blanco Clínico = área punteada.



Laringe T2

ESTRUCTURA ANATÓMICA	ICD-O(9)	ICD-O(10)	Lateralidad	T-SNOMED
Volumen Tumor Macroscópico				
Cuerda vocal izquierda	161.0 (i)	C32.0	2	T-24410
Cavidad ventricular izquierda	161.0 (vi)	C32.1	2	T-24340
Banda ventricular izquierda	161.0 (v)	C32.1	2	T-24322
Volumen Blanco Clínico				
Laringe	161.1	C32.9	3	T-24700
Gang. Linfáticos cervicales, bilat.	196.0	C77.0	4	T-08200

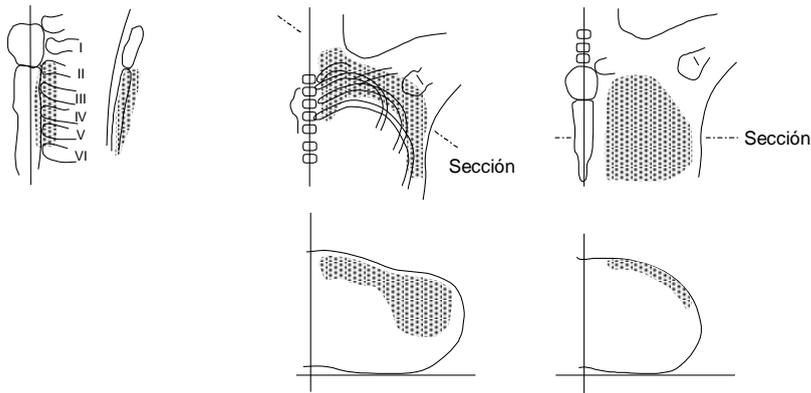


a. Carcinoma de glotis (las figuras que ilustran el GTV están tomadas del Atlas TNM ([UICC,1982])).

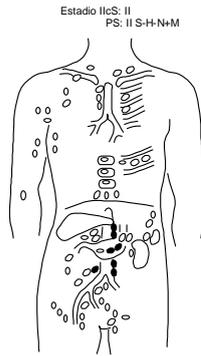
Mama tras practicar una MRM en el lado izquierdo

ESTRUCTURA ANATÓMICA	ICD-O(9)	ICD-O(10)	Lateralidad	T-SNOMED
Volumen Tumor Macroscópico				

Volumen Blanco Clínico				
G. linfáticos axilares izq.	196.3	C77.3	2	T-08710
G. linfáticos Supraclaviculares izq	196.0	C77.0	2	T-08220
G. linfáticos Paraesternales izq.	196.1	C77.1	2	T-08350
G. linfáticos de la pared torácica izq.	171.4	C49.3	2	T-Y2150

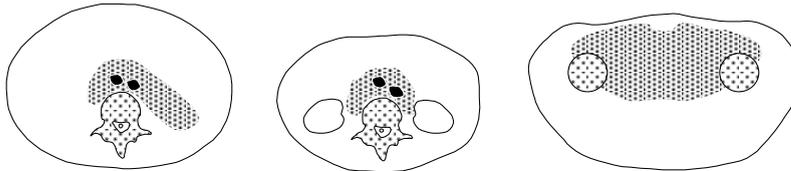


b. Cáncer de mama después de una mastectomía radical modificada (MRM).

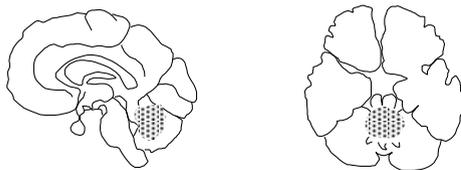


Enfermedad de Hodgkin en estadio II

ESTRUCTURA ANATÓMICA	ICD-O(9)	ICD-O(10)	Lateralidad	T-SNOMED
Volumen Tumor Macroscópico				
Ganglios linfáticos paraaórticos	196.2	C77.2	3	T-08480
Ganglios linfáticos celiacos	196.2	C77.2	3	T-08410
Volumen Blanco Clínico				
Pedículo esplénico	196.2	C77.2	—	T-08472
Ganglios linfáticos celiacos	196.2	C77.2	3	T-08410
Ganglios linfáticos paraaórticos	196.2	C77.2	3	T-08480
Ganglios linfáticos ilíacos	196.6	C77.5	4	T-08610
Ganglios linfáticos inguinales	196.5	C77.4	4	T-08810

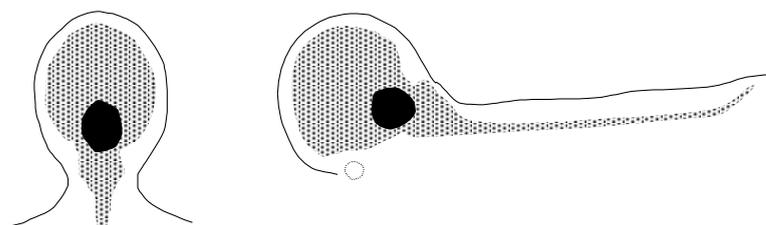


c. Enfermedad de Hodgkin abdominal, estadio II (las figuras que ilustran el GTV están tomadas y modificadas del Atlas TNM [UICC, 1982]).



Meduloblastoma del 4º ventrículo

ESTRUCTURA ANATÓMICA	ICD-O(9)	ICD-O(10)	Lateralidad	T-SNOMED
Volumen Tumor Macroscópico				
Techo del 4º ventrículo	191.5	C71.7	3	T-X1820
Volumen Blanco Clínico				
Cerebelo	191.6	C71.6	3	T-X6000
Meninges intracraneales	192.1	C70.0	—	T-X1410
Meninges espinales	192.3	C70.1	—	T-X1115



d. Meduloblastoma (la figura que ilustra el GTV está tomada de Clinical Oncology, A Multidisciplinary Approach [ACS, 1983]).

I.2.2 Técnica

- (i) Número y configuración, localización y dirección de los haces con respecto al paciente.
- (ii) Haces estacionarios con técnica DFI o DFP y distancia correspondiente en cada caso, o la técnica de arcoterapia con su correspondiente arco.
- (iii) Tamaños de los campos: el tamaño geométrico del campo usualmente corresponde a la curva de isodosis del 50 por ciento. Para DFP fija, el tamaño de campo se da normalmente en la piel, para DFI fija el tamaño de campo se suele dar en el isocentro. Cuando los límites del campo son paralelos a la sección de planificación, debe darse primero la dimensión del campo en dicha sección.
- (iv) Calidad de la radiación para cada haz
 - Ortovoltaje o haces de rayos X de baja energía (<300kV): la diferencia de potencial del generador (kV) y el CHR (mm Al o Cu).
 - Haces de rayos gamma: el radionucleido (elemento y número másico).
 - Haces de rayos X > 2 MV: el potencial acelerador nominal y el tipo de acelerador.
- (v) Deben indicarse los dispositivos modificadores del haz (cuñas, compensadores, bloques, bloques individualizados, etc.).

I.2.3 Cálculo de la Dosis Absorbida

- (i) Método de cálculo de dosis (computarizado o manual), 1-D, 2-D ó 3-D. El informe deberá ajustarse a las definiciones de los diferentes niveles de información (Sección 3.3.4).
- (ii) Corrección por inhomogeneidades del tejido (que conste si se realizó o no). Se debería indicar el tipo de corrección, por ejemplo: 3-D ó 2-D para cavidades de aire, pulmón, hueso, etc., o corrección completa por densidad electrónica.
- (iii) Peso de los haces (en el máximo de dosis, punto especificado, isocentro u otro punto).

I.2.4 Control de Calidad

- (i) Sistemas de control y comprobación.
- (ii) Imágenes de verificación (en qué momento del tratamiento, frecuencia y aceptabilidad).
- (iii) Dosimetría *in vivo* (tipo de medidas, frecuencia y aceptabilidad).

I.2.5 Comentarios Especiales

- El informe de dosis absorbida en terapia de haces externos deberá ir acompañado de información sobre el fraccionamiento incluyendo, al menos, el número de fracciones y el tiempo total en días, junto con el primer y el último día. A menos que se afirme otra cosa, se entenderá que el fraccionamiento es el habitual (5 veces por semana) con fracciones iguales, irradiando con todos los campos en cada fracción. Deben indicarse el momento y duración de cualquier salto o interrupción en el tratamiento, así como cualquier cambio en la dosis por fracción.
- Independientemente de la posición del paciente, todas las secciones transversales deberían verse desde los pies del paciente. En cada sección deberían indicarse la derecha e izquierda (por ejemplo Dxt/Sin, Dcha/Izqda). Para otras secciones, también debería indicarse claramente la orientación en la figura.
- Con el fin de comparar, deberían tomarse como radiación de referencia los rayos gamma del ⁶⁰Co. Se aplica la misma EBR para fotones con potencial acelerador nominal superior a 2 MV y para electrones en el rango de 1-50 MeV. Para terapia de ortovoltaje con rayos X, la EBR es mayor que la unidad, y puede considerarse adecuado un factor de conversión de 1.18 para los procedimientos normales en radioterapia. Deberá indicarse en el informe si se realiza corrección por EBR.
- Cuando se muestren curvas de isodosis (con valores relativos o absolutos), debería tenerse cuidado de que el número correcto esté asociado de forma inequívoca con la línea correcta de isodosis. Es conveniente, p.ej., indicar el lado “caliente” de la isodosis, ya que esto mostraría, en algunos casos, si un pequeño volumen/área es una zona más caliente o fría que su entorno.
- Cuando se muestran planos de isodosis con valores de dosis relativos, es conveniente que a la isodosis que pasa por el Punto de Referencia ICRU se le asigne el valor relativo del 100%.
- Un informe de radioterapia siempre debe dar las dosis absorbidas en Gy o cGy. Además, puede ser de interés emplear dosis ponderadas biológicamente, calculadas de acuerdo con modelos biológicos especificados.
- Puede ser útil registrar la tasa de dosis absorbida en el blanco, lo cual se recomienda para valores por debajo de 0.1 Gy por minuto, para cualquier parte del Volumen Blanco de Planificación.
- Debería especificarse claramente si se empleó o no corrección por inhomogeneidad tisular en el cálculo de la dosis absorbida. También se debería indicar en el informe el método de cálculo empleado. Si se incluyen en el informe valores corregidos, deberán incluirse también los valores no corregidos a efectos de intercomparación (ver sección 3.3).

Apéndice II

Ejemplos del Uso de las Recomendaciones con Diferentes Configuraciones de Campos

Los pacientes de los casos 1 al 5 muestran situaciones de carácter cada vez más complejo desde el nivel 2 al nivel 3 (ver secciones 3.4 y 3.5).

Nota: Las expresiones entre corchetes denotan la localización anatómica del GTV, CTV, órganos de riesgo y el nivel anatómico de las secciones usadas para la planificación de la dosis, de acuerdo con la lista de códigos del Apéndice I, Tablas I.2 y I.3.

GTV = Volumen Tumor Macroscópico

CTV = Volumen Blanco Clínico

PTV = Volumen Blanco de Planificación

Caso número 1. Cáncer de Pulmón.

SITUACIÓN CLÍNICA	Hombre de 65 años, fumador, presentaba una tos persistente. Examen clínico normal. La radiografía de tórax mostró una masa hiliar derecha. La broncoscopia mostró un tumor endobronquial en el bronquio principal derecho. La biopsia reveló un carcinoma de células escamosas. La TC confirmó una lesión en el bronquio derecho con una adenopatía en hilio derecho de 3 cm × 3 cm, sin evidencia de adenopatía mediastínica. Estadío clínico T2 N1 M0.
FINALIDAD DE LA TERAPIA	Paciente inoperable. Se planificó radioterapia paliativa para mitigar la tos.
GTV	Tumor primario endobronquial y adenopatía hiliar [C34.0-1,C77.1C-1].
CTV	CTV I: GTV + extensiones subclínicas locales. [C34.0-1, C77.1C-1] CTV II: Ganglios linfáticos de la región mediastínica [C77.1A]
PTV	Se define un único PTV para los dos CTVs
ÓRGANOS DE RIESGO	A: Médula espinal [C72.0B]. B: Pulmón izquierdo [C34.9-2].
DOSIS PRESCRITA	PTV: 30 Gy en 10 fracciones a lo largo de 2 semanas.
DOSIS ADMISIBLE EN LOS ÓRGANOS EN RIESGO	A: Menos de 35 Gy en 10 fracciones. B: La más baja posible.
TÉCNICA PROPUESTA	Campos AP-PA
POSICIONAMIENTO DEL PACIENTE E INMOVILIZACIÓN	Supino con la cabeza reposando de forma natural y los brazos a los costados. Sin fijaciones especiales.

SECCIÓN PARA LA PLANIFICACIÓN

Una imagen de TC a través del centro del GTV.

CÁLCULO DE LA DOSIS

Mapa de isodosis en el plano central del haz, sin corrección por inhomogeneidad.

TÉCNICA EMPLEADA

^{60}Co .

Dos campos opuestos de igual peso con dirección 0° y 180° , respectivamente.

Técnica isocéntrica.

Ancho del campo 10 cm (ambos).

Longitud del campo 12 cm (ambos).

Dos esquinas bloqueadas en cada campo.

Sin cuñas.

MEDIDAS DE CONTROL

Radiografías de simulación.

Radiografías de verificación del tratamiento $\times 2$.

Medición de la dosis de entrada $\times 2$.

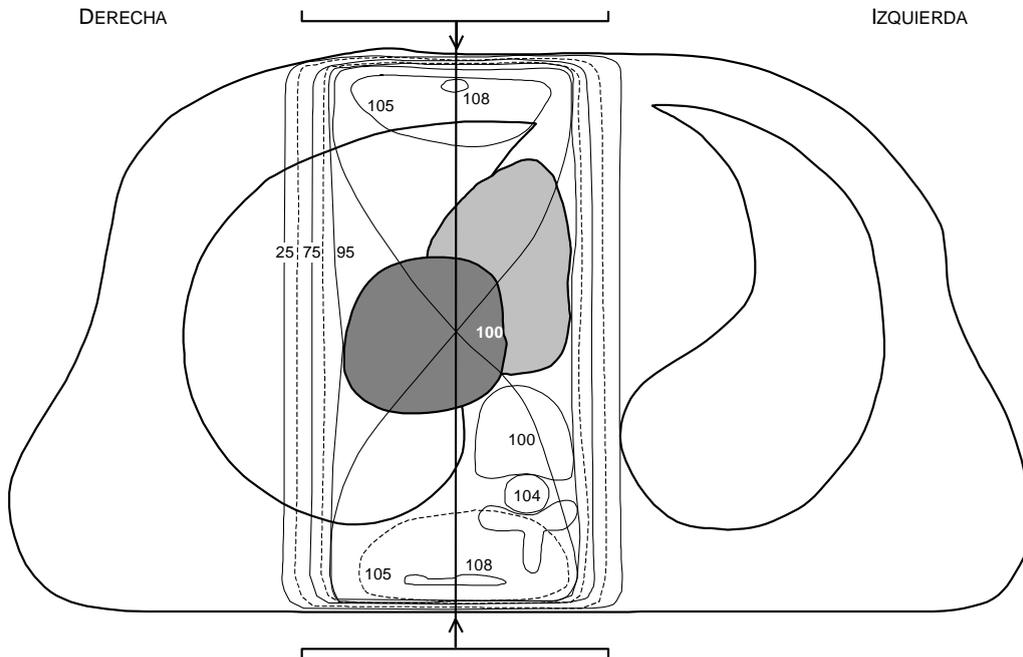


Fig. II.1. El PTV I para el tumor primario viene representado por el área más oscura. El PTV II para ganglios linfáticos mediastínicos corresponde al área más clara.

ESPECIFICACIONES DE DOSIS PARA EL INFORME

Distribución de dosis, ver Fig. II.1.

1. Punto de Referencia ICRU= punto medio entre las entradas de los campos, en el centro del PTV (100%).
2. Dosis máxima y mínima en el PTV correspondientes a la planimetría (102% – 95%).
3. Puntos Calientes (fuera del PTV) =108%.

Caso número 2. Cáncer de Mama.

SITUACIÓN CLÍNICA	Mujer de 56 años que presentaba un bulto duro y móvil de 2 cm × 1.5 cm en el cuadrante superior externo de la mama izquierda. No había fijación a la piel ni al músculo, y no se palpaba adenopatía en la región. La mamografía mostró una masa sospechosa de malignidad. Diagnóstico clínico: carcinoma T1a N0 M0. La biopsia confirmó un carcinoma ductal infiltrante. Se realizó una amplia resección local y una disección axilar. La histología mostró la completa resección del tumor primario y los 12 ganglios linfáticos axilares extraídos libres de metástasis. Se pusieron grapas quirúrgicas en el lecho tumoral durante la resección.
FINALIDAD DE LA TERAPIA	Radioterapia radical tras la cirugía radical. Sin terapia sistémica.
GTV	No hay GTV que definir.
CTV	CTV I: El lecho tumoral local con o sin el uso de grapas quirúrgicas [C50.4-2]. CTV II: La mama entera (más allá del CTV I, ver arriba). La extensión debe definirse anatómicamente por palpación e imagen de TC [C50.9-2].
PTV	Para el CTV I: Se añade un margen de 1 cm para tener en cuenta los movimientos de la pared torácica y las variaciones en la colocación diaria de los campos. Para el CTV II: Se añade un margen de 1 cm para tener en cuenta los movimientos de la pared torácica debidos a la respiración y las variaciones en la colocación diaria de los campos. (Ver Fig. II.2).
ÓRGANOS DE RIESGO	A: Tejido pulmonar [C34.9-2]. B: Miocardio [C38.0]. C: La otra mama [C50.9-1].
DOSIS PRESCRITAS	PTV I: 64 Gy en 32 fracciones a lo largo de 6.5 semanas. PTV II: 50 Gy en 25 fracciones a lo largo de 5 semanas.
DOSIS ADMISIBLE EN LOS ÓRGANOS EN RIESGO	A: 30 Gy en un máximo de 200 cm ³ . B: 30 Gy en un máximo de 30 cm ³ . C: Menos de 5 Gy.
TÉCNICA PROPUESTA	PTV I: Dos haces tangenciales opuestos de fotones más un haz de electrones. PTV II: Dos haces tangenciales opuestos de fotones.
POSICIONAMIENTO DEL PACIENTE	PTV I y II: Supino con los brazos extendidos por encima de la cabeza, inmovilización de la cabeza y sobre una cuña para mantener horizontal el esternón. Inmovilizado usando un molde de plástico o reposabrazos y tabla para apoyar los pies.
SECCIÓN PARA LA PLANIFICACIÓN	PTV I y II: Sección transversal a lo largo de la posición del tumor resecado [24].
CÁLCULO DE LA DOSIS	Cálculo de dosis en un único plano usando funciones generadoras de haces de fotones con corrección por incidencia oblicua e inhomogeneidad del tejido, pero sin corrección por pérdida de dispersión lateral en 3-D. Cálculo de haces de electrones basados en curvas de isodosis no corregidas.
TÉCNICA EMPLEADA	PTV I: (a) Haces tangenciales de fotones como los descritos para PTV II. (b) Electrones de 9 MeV. Haz perpendicular a la piel. Dirección del haz 60°. DFP 100 cm. Ancho del campo 5 cm. Largo del campo 4 cm. 100 % en el máximo de dosis.

TÉCNICA EMPLEADA

PTV II: Fotones de 6MV.
Dos Campos opuestos.
Direcciones de los haces 305° y 125°.
Técnica isocéntrica.
Ancho del campo 8 cm.
Largo del campo 19 cm.
Cuñas 15° y 15°.
Haces con pesos iguales en el isocentro
Comienza el tratamiento de ambos PTVs con los campos tangenciales de fotones y después se añade el de electrones para el PTV I.

MEDIDAS DE CONTROL

Radiografías de Simulación.
Una radiografía de verificación semanal para los haces de fotones.
Medida de la dosis a la entrada con detectores de semiconductor × 2.

ESPECIFICACIONES DE DOSIS PARA EL INFORME

PTV I: 1. Centrado en el PTV I (= Punto de Referencia ICRU 1).
2. Máximo y mínimo.
PTV II: 1. En el isocentro del haz de tratamiento con fotones (= Punto de Referencia ICRU 2) suponiendo que esto es representativo de la dosis central en toda la mama (PTV II) fuera del volumen correspondiente al lecho tumoral (PTV I).
2. Máximo y mínimo.

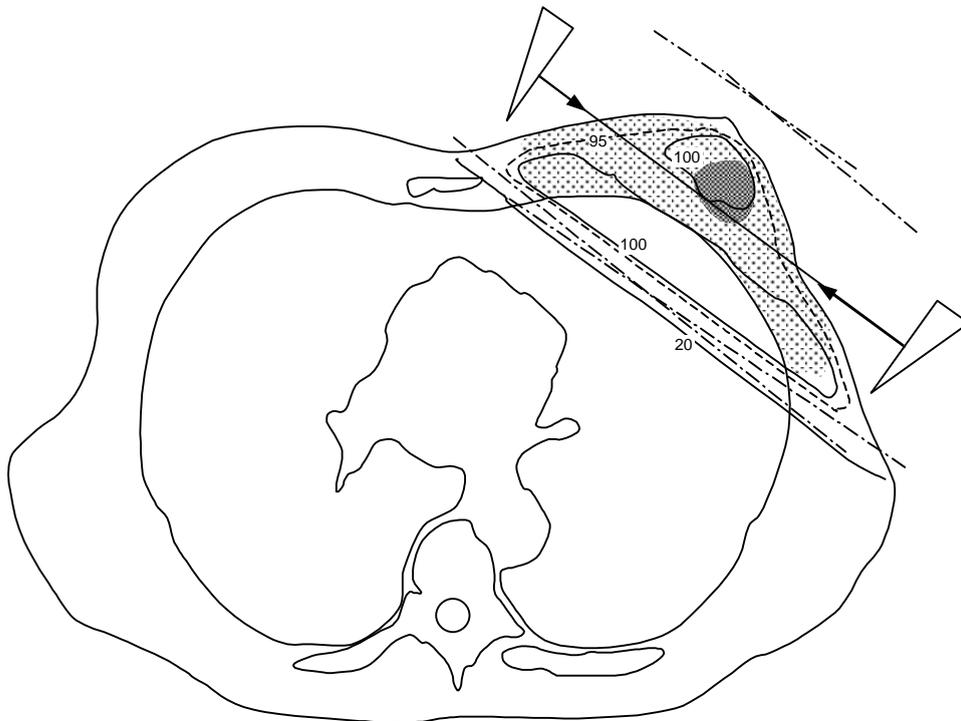


Fig. II.2.a. Curvas de isodosis (valores relativos) para la distribución de dosis con dos haces tangenciales de fotones de 6 MV. El PTV I está indicado por el área densamente punteada y el PTV II por el área con punteado suave. La dosis especificada para la prescripción y para el registro de esta parte del tratamiento es 50 Gy sobre el eje, en el punto medio entre los puntos de entrada, que además se corresponde con el centro del PTV II.

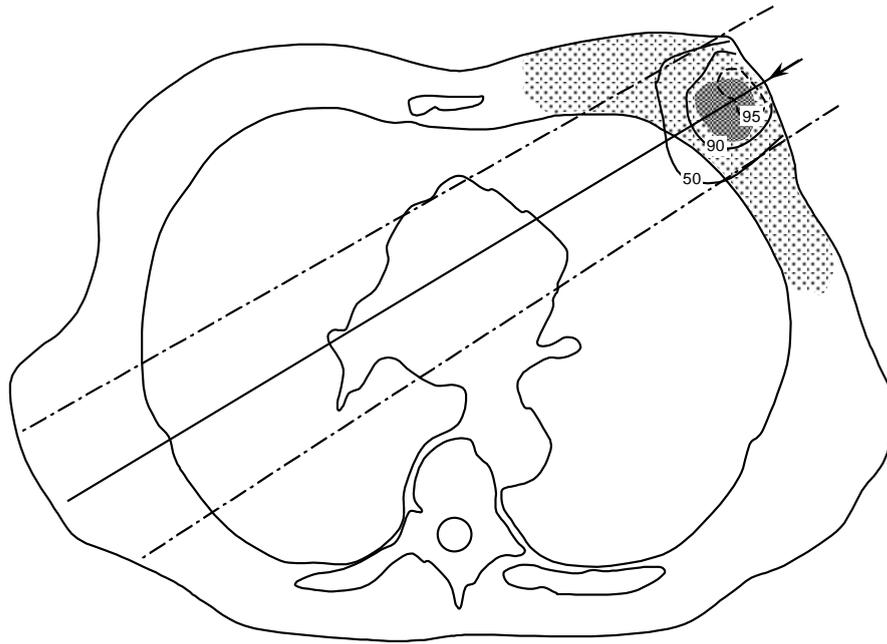


Fig. II.2.b. Curvas de isodosis (valores relativos) para la distribución de dosis con un haz de electrones de 9 MeV para el PTV I (indicado por la zona densamente punteada). La dosis especificada para la prescripción y para el registro de esta parte del tratamiento es el 100 % (la energía del haz se ha elegido para que dicho valor se encuentra cerca del centro del PTV). La dosis absoluta es 14 Gy.

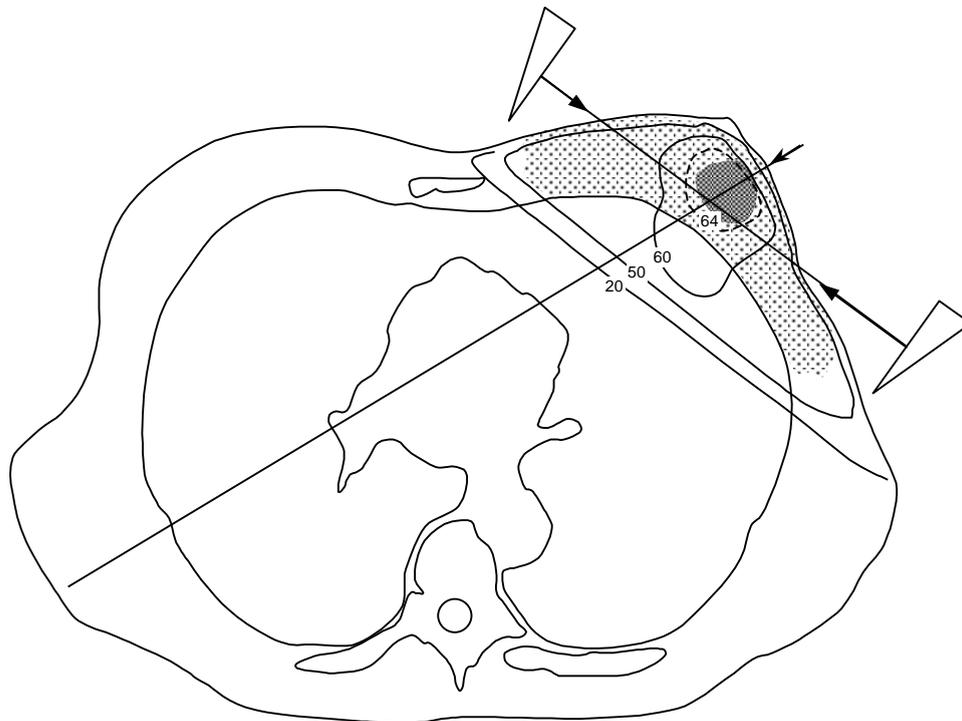


Fig. II.2.c. Curvas de isodosis (valores absolutos en Gy) para la distribución de dosis total. Para la realización del informe se adoptaron las siguientes especificaciones de dosis y fraccionamiento:

En el informe, la dosis para el PTV I se especificó en el centro = 64 Gy, con una variación entre 66-60 Gy, suministrada en 32 fracciones a lo largo de 6.5 semanas.

Para el PTV II se tomó como dosis representativa del tejido mamario fuera del volumen de “sobreimpresión” sólo la debida a los dos haces de fotones en el punto medio de las entradas (ignorando así la contribución del haz de electrones en el tratamiento del PTV I). La dosis total del PTV II es 50 Gy, con una variación entre 50-64 Gy, suministrada en 25-32 fracciones en 5-6.5 semanas.

Caso número 3. Cáncer de Próstata.

SITUACIÓN CLÍNICA

Varón de 57 años que manifestaba una retención urinaria aguda. La exploración rectal reveló una glándula prostática dura con un lóbulo lateral izquierdo agrandado. No había extensiones palpables fuera de la próstata. El diagnóstico clínico fue de un carcinoma de próstata T2. No se detectó otra anomalía en la exploración física. La cistoscopia reveló un prominente lóbulo lateral izquierdo de la glándula prostática. La biopsia mostró un adenocarcinoma de la glándula prostática, tumor pobremente diferenciado (G3). Pielografía I.V., gammagrafía ósea, radiografía de tórax y fosfatasa ácida, todas ellas normales. La TC de pelvis confirma un estadio T2. No estaban involucrados los ganglios linfáticos ni las vesículas seminales.

FINALIDAD DE LA TERAPIA

Radioterapia radical de la glándula prostática y los ganglios linfáticos de la pelvis.

GTV

Tumor en la glándula prostática.

CTV

CTV I: La glándula prostática entera dejando un margen lateral adecuado. Definido por los cortes de TC y palpación [C61.9].

CTV II: Los ganglios linfáticos regionales del obturador, los ganglios iliacos internos, externos y pre-sacrales, así como los ganglios linfáticos iliacos comunes [C77.5B-4, C77.5A-4, C77.5C].

PTV

Tanto para el CTV I como para el CTV II se tendrán en cuenta las pequeñas variaciones en el posicionado de los haces. En este caso el movimiento del órgano es pequeño. (Ver Fig.II.3).

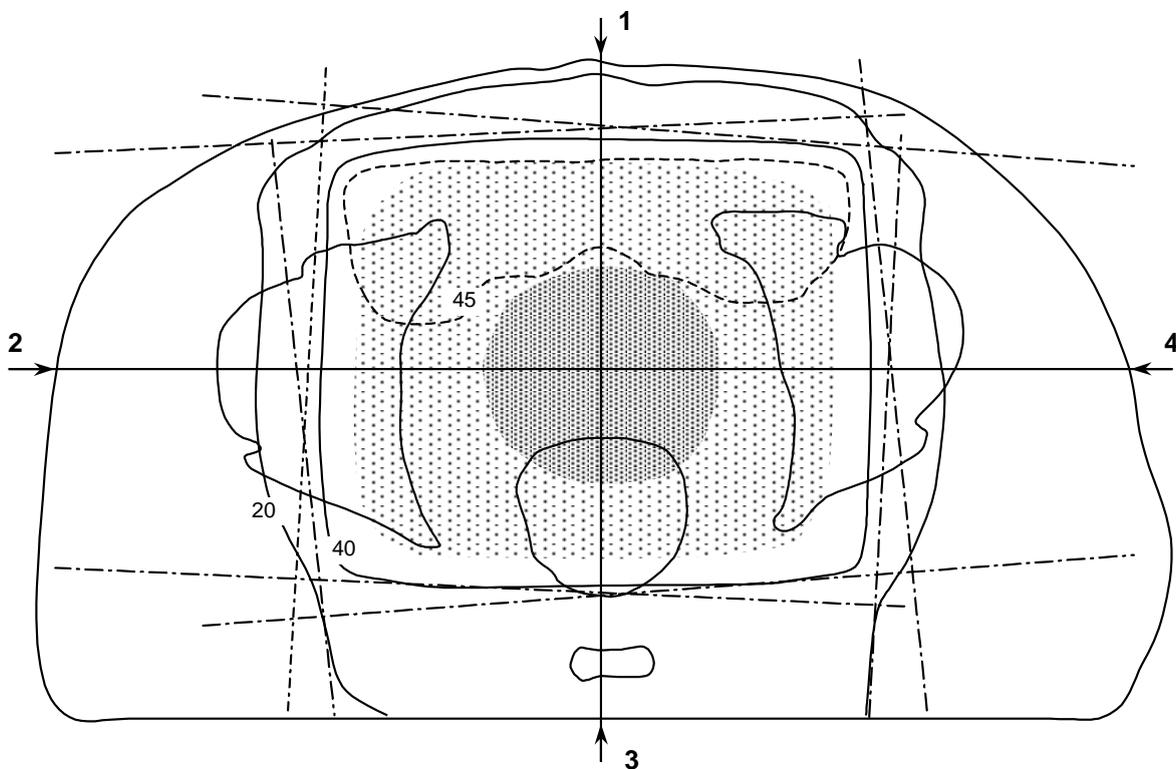


Fig. II.3.a. Curvas de isodosis (valores absolutos) del primer tratamiento para el PTV I y II (el último representado por el área punteada suavemente y el primero por el área punteada densamente). La dosis especificada para la prescripción y para el registro (44 Gy) corresponde al punto de intersección de los haces.

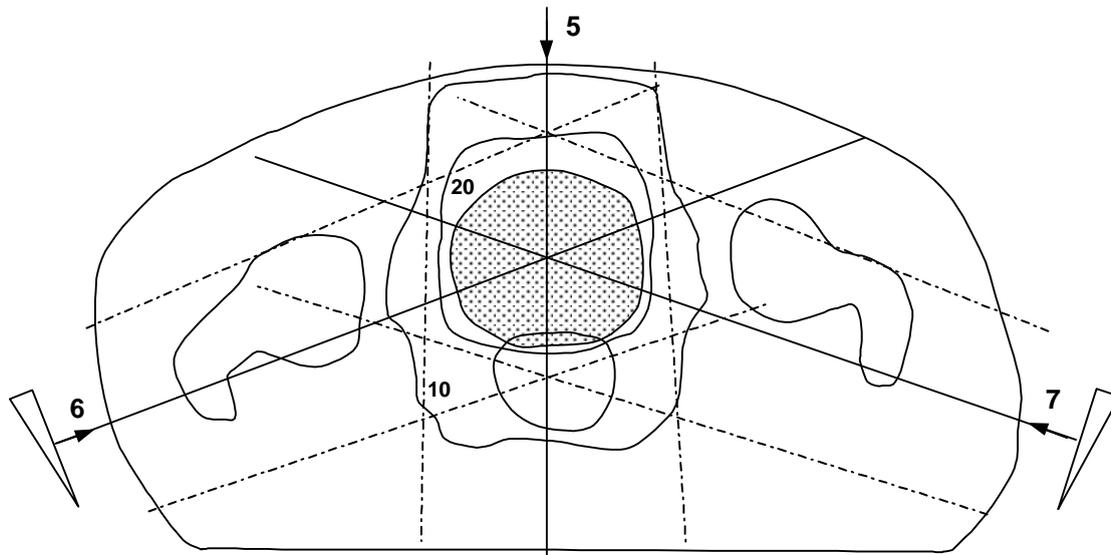


Fig. II.3.b. Curvas de isodosis (valores absolutos) para el segundo tratamiento, propuesto únicamente para el PTV I (representado por el área punteada). La dosis especificada para la prescripción y para el registro (22 Gy) se refiere al punto de intersección de los haces.

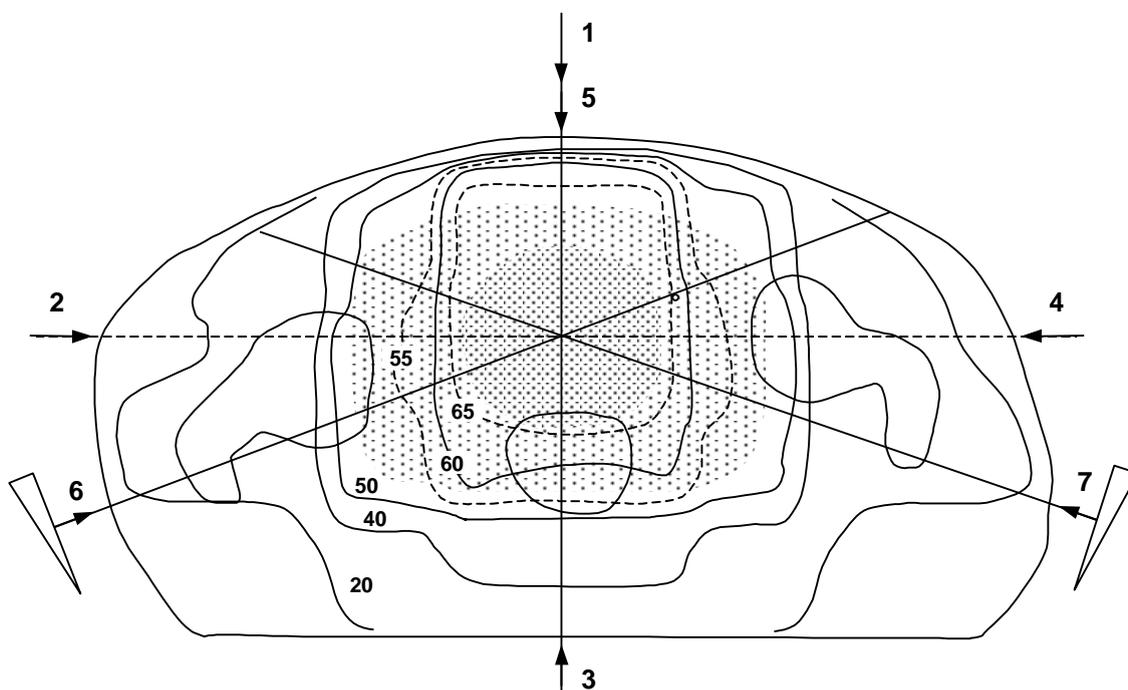


Fig. II.3.c. Curvas de isodosis (valores absolutos en Gy) para la distribución de dosis total. Para la realización del informe se adoptaron las siguientes especificaciones de dosis y fraccionamiento:

Para el PTV I (el tumor primario y la próstata) la dosis en la intersección de los 7 haces es de 66 Gy (ver más adelante), administrada en 32 fracciones a lo largo de 45 días, y la variación de la dosis es 66-69.

Para el PTV II (la región de ganglios linfáticos), la dosis en un punto considerado significativo para la región de ganglios linfáticos (representada por el círculo) es igual a 65 Gy, y la variación de la dosis en el PTV II es igual a 52-68 Gy, administrada en 22-32 fracciones a lo largo de 31-45 días, respectivamente.

Nota: El ejemplo ilustra el problema que se encuentra en la terapia de "sobreimpresión". Usualmente sólo es posible conseguir una dosis homogénea en el PTV I. Se recomienda hacer una visualización inicial de la distribución total de dosis de los tratamientos combinados y para ambos PTVs. Nótese también que para la planificación del tratamiento completo se usaron diferentes secciones, pero para la realización del informe, sólo se consideró una sección, descartando la posible importancia de la evaluación 3-D. Por lo tanto la dosis mínima real del PTV II será entonces más baja que la que se indicó anteriormente y del orden de 42 Gy en la sección más craneal.

ÓRGANOS DE RIESGO	A: Intestino delgado [C17.9]. B: Pared rectal posterior [C20.9]. C: Cabezas femorales [C41.4G-4].
DOSIS PRESCRITAS	PTV I: 66 Gy en 32 fracciones. PTV II: 44 Gy en 22 fracciones.
DOSIS ADMISIBLE EN LOS ÓRGANOS EN RIESGO	A: Intestino delgado por debajo de los 44 Gy. B: Tan bajo como sea posible. C: Por debajo de los 35 Gy.
TÉCNICA PROPUESTA	PTV I y II: Cuatro campos (anterior, posterior, lateral derecho y lateral izquierdo). PTV I: Anterior y dos campos posteriores oblicuos.
POSICIONAMIENTO DEL PACIENTE E INMOVILIZACIÓN	PTV I y II: Supino con la cabeza descansando en la forma natural y los brazos sobre el pecho. Sin moldes inmovilizadores. Alineación mediante láser y tatuajes en la piel.
SECCIONES PARA LA PLANIFICACIÓN	PTV I: Sección principal en el centro del PTV I. Otras secciones necesarias para la localización del volumen blanco [51]. PTV II: Sección principal en el centro del PTV II [52].
CÁLCULO DE LAS DOSIS	Cálculo de la dosis en dos planos corregida por incidencia oblicua e inhomogeneidad tisular, pero sin corrección fuera de eje basada en funciones generatrices.
TÉCNICA EMPLEADA	PTV I y II: Fotones de 8 MV. Haces anterior, posterior, lateral derecho y lateral izquierdo. Direcciones de los haces 0°-180° (ant.-post.) y 90°-270° (laterales). Técnica isocéntrica. Ancho del campo 16 cm (ant. y post.). Ancho del campo 12 cm (laterales). Largo del campo 16 cm (todos los haces) Pesos en el punto de referencia 28%, 28%, 22% y 22%. PTV I: Fotones de 8 MV. Haces anterior y oblicuos posteriores derecho e izquierdo. Direcciones de los haces 0°, 250°, 110° Técnica isocéntrica. Ancho del campo 8 cm (anterior) y 7 cm (campos oblicuos posteriores). Largo del campo 9 cm. Cuña de 15° para los campos oblicuos posteriores. Pesos 46%, 27% y 27%. Empezar tratando los dos PTVs y luego sólo el PTV I.
MEDIDAS DE CONTROL	Radiografías de simulación. Una radiografía de verificación de haces de fotones a la semana.
ESPECIFICACIONES DE DOSIS PARA EL INFORME	PTV I: 1. En el isocentro (Punto de Referencia ICRU 1). 2. Máximo y mínimo. PTV II: 1. Un punto seleccionado de forma que se considere representativo de la región de ganglios linfáticos (Punto de Referencia ICRU 2). 2. Máximo y mínimo.

Caso número 4. Cáncer del Suelo de la Boca.
--

SITUACIÓN CLÍNICA	Varón de 58 años que presentaba un tumor ulceroso en la parte izquierda del suelo de la boca de 4.5 cm × 3.5 cm × 4.0 cm. El tumor se extendía a la lengua pero no alcanzaba la línea media. La glándula salivar submandibular no estaba afectada. No había fijación a la mandíbula. No había ganglios linfáticos palpables en la región. Ninguna otra cosa destacable en el examen físico. Estadio clínico T4 N0 M0. La biopsia mostró un carcinoma de células escamosas moderadamente diferenciado. El paciente no se consideró candidato para cirugía radical.
FINALIDAD DE LA TERAPIA	Radioterapia radical. Sin cirugía ni terapia sistémica.
GTV	Tumor manifiesto en el suelo de la boca.
CTV	CTV I: GTV + extensión subclínica local [C04.9-2]. CTV II: Los ganglios linfáticos homolaterales de la región submandibular, el cuello y la fosa supraclavicular [C77.0C-2, C77.0E-2, C77.0F-2]
PTV	Se añade 1 cm de margen para tener en cuenta los movimientos y variaciones en el posicionamiento de los haces. Nota I: El CTV I está bien localizado dentro del CTV II y, por lo tanto, no es necesario añadir márgenes para la planificación ya que no se va a dar terapia de sobreimpresión. Nota II: Como la dosis en la médula espinal sería inaceptable con el mismo margen alrededor de los CTVs en todas las direcciones, el compromiso fue mantener la dosis prescrita (ver más adelante) pero aceptando un margen menor cerca de la médula. Son necesarias, cerca de la médula, verificaciones adicionales cuidadosas del posicionamiento de los haces. (Ver Fig. II.4.)
ÓRGANOS DE RIESGO	A: Glándula parótida derecha [C07.9-1]. B: Médula espinal [C72.0A].
DOSIS PRESCRITA	66 Gy en 33 fracciones a lo largo de 6.5 semanas.
DOSIS ADMISIBLE EN LOS ÓRGANOS EN RIESGO	A: 20 Gy como máximo. B: 46 Gy como máximo.
TÉCNICA PROPUESTA	Dos campos de fotones.
POSICIONAMIENTO DEL PACIENTE E INMOVILIZACIÓN	Supino con una máscara personalizada. Los brazos a los costados. Usar mordedor bucal para separar la cavidad oral superior.
SECCIONES PARA LA PLANIFICACIÓN	Ver Fig. II.4.a. 1. Una sección (#I) a la altura del GTV (plano principal) [11]. 2. Una sección (#II) a la altura de la laringe [13]. 3. Una sección (#III) a la altura de la fosa supraclavicular [20].
CÁLCULO DE LA DOSIS	Planificación 3-D real basada en 3 secciones y volumen interpolado, empleando algoritmos de haz pincel para fotones.
TÉCNICA	Fotones de 6 MV. Dos haces. Direcciones de los haces 0° y 140°. Técnica isocéntrica. Los ejes de los haces se intersecan en la superficie del cuerpo (a la altura de la sección II). Ancho del campo 7.4 cm. Largo del campo 14 cm. Haces conformados usando “punto de vista del haz”. Cuñas +30° y -30°. Pesos de los haces iguales. Rotación del colimador: haz #1 = 17°, haz #2 = 0°.

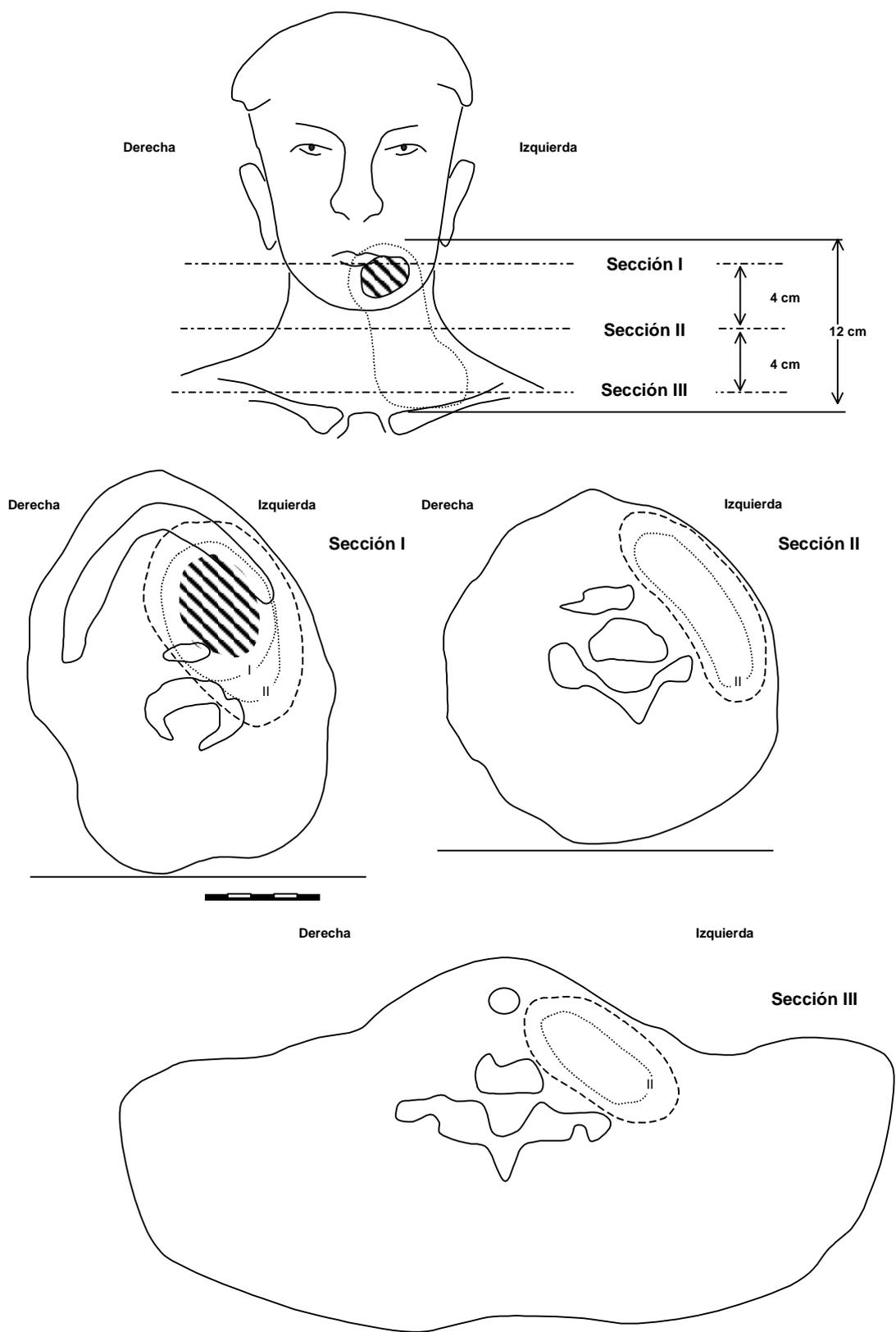


Fig. II.4.a. Representación esquemática del GTV, de los CTVs y las 3 secciones utilizadas para la planificación. Altura del PTV = 12 cm. GTV = área rayada. CTV I = Línea punteada (I). CTV II = Línea punteada (II). PTV = Línea a trazos.

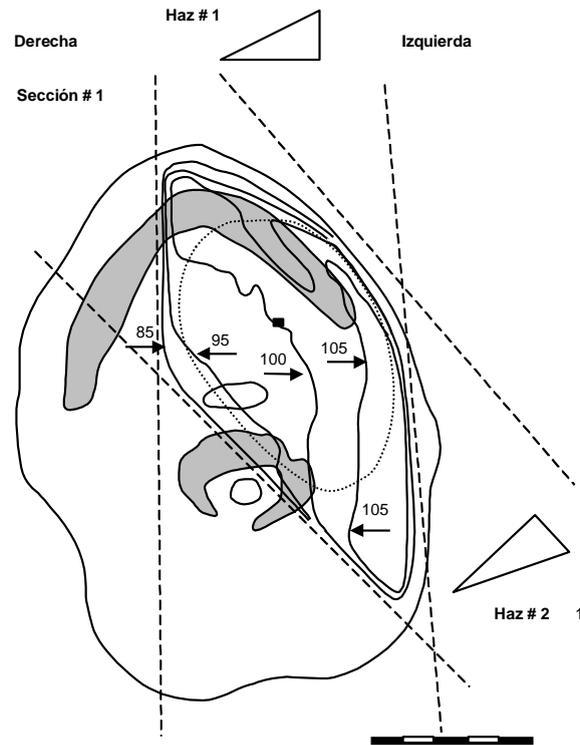


Fig. II.4.b. Distribución de dosis (valores relativos normalizados a la dosis especificada, en el gráfico se muestran las curvas correspondientes al 85%, 95%, 100% y 105%) en la sección #I, a nivel del GTV. Esta sección se consideró la más significativa para la especificación de dosis, antes que la sección #II (la cual contiene la intersección de los ejes centrales, pero no contiene al GTV). De este modo, un Punto de Especificación ICRU-2 se define en la sección #1 en el centro del GTV (indicado por el cuadrado negro). La dosis prescrita en este Punto de Referencia 2 es el 100% = 66 Gy.

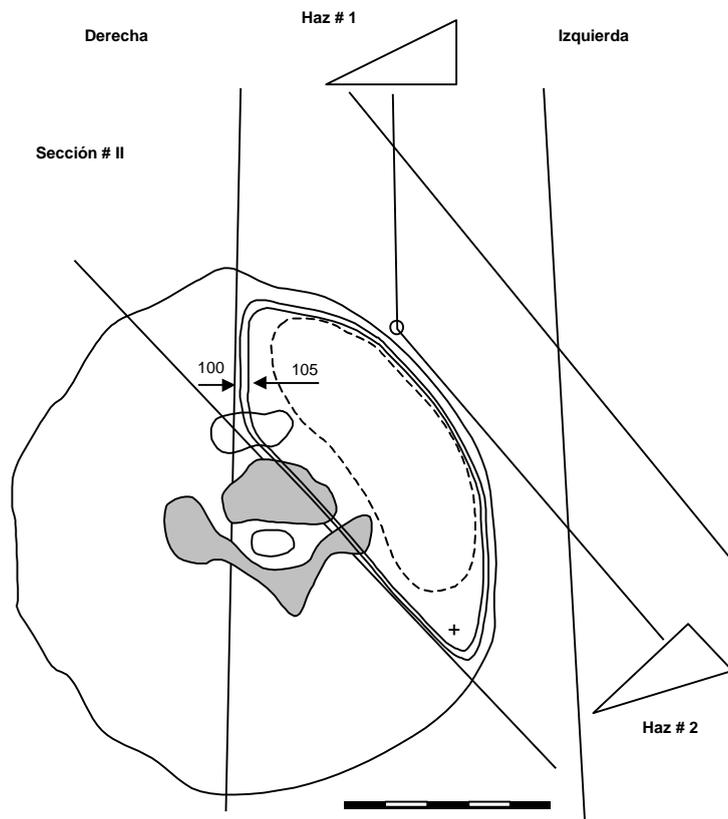


Fig. II.4.c. Distribución de dosis en la sección #II (= plano central). La cruz indica la posición el máximo de dosis en todo el volumen.

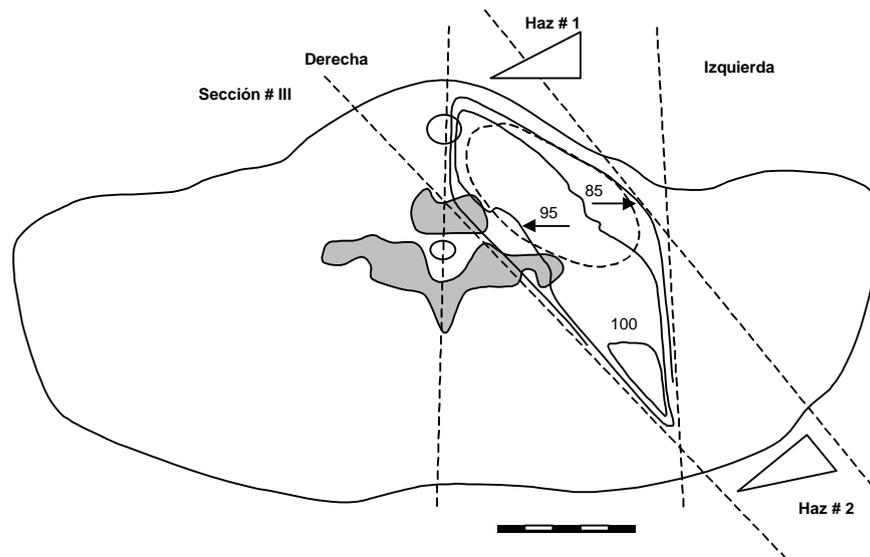


Fig. II.4.d. Distribución de dosis en la sección #III.

MEDIDAS DE CONTROL

Radiografías de simulación. Tres radiografías semanales de verificación de haces de fotones (con especial atención a los bordes mediales, ver arriba).
Medida de la dosis a la entrada con detectores de semiconductor $\times 2$.

ESPECIFICACIONES DE DOSIS PARA EL INFORME

1. Punto de Referencia ICRU 2 en la sección #1 y centrado en el PTV (ya que los haces se intersecan a la altura de la sección #II donde sólo hay enfermedad subclínica y, más aún, no existe intersección en los tejidos del paciente) = 66 Gy.
2. Dosis máxima y mínima en el PTV (que se encontrarán en la sección #II y la sección #III, respectivamente) = 108% (71 Gy) y 84% (55 Gy), respectivamente. Nótese que la dosis mínima puede incrementarse mediante filtros compensadores, *bolus* para disminuir el efecto de acumulación, o un tratamiento adicional en la sección #III.
3. Además, se dispone de los siguientes parámetros de la distribución de dosis en el PTV:
 - Valor medio = 102% (desviación estándar = 6.6).
 - Mediana = 101%
4. Órganos de riesgo:
 - Dosis en la médula espinal = 50% del máximo = 33Gy.
 - Dosis en la glándula parótida derecha $\leq 15\% \leq 10$ Gy.

Caso número 5. Liposarcoma del Muslo.
--

SITUACIÓN CLÍNICA	Varón de 38 años que presentó una masa no dolorosa en la parte posterior del muslo derecho. El examen clínico y radiológico indicó un liposarcoma en la porción larga del biceps femoral derecho, que fue confirmada con una biopsia por punción con aguja fina. En la operación posterior se encontró que la parte lateral del tumor sobresalía por fuera del músculo. Se diagnosticó microscópicamente un liposarcoma de grado IV, y el margen quirúrgico se clasificó como probablemente no radical. Por lo tanto se indicó radioterapia postoperatoria.
FINALIDAD DE LA TERAPIA	Radioterapia radical para evitar recidiva local.
GTV	Sin definir, ya que no quedó tumor manifiesto tras la cirugía.
CTV	Compartimento posterior del muslo derecho [C49.2B-1].
PTV	El necesario para permitir las variaciones en la puesta en tratamiento. El movimiento de los órganos es despreciable. (Ver Fig. II.5.)
ÓRGANOS DE RIESGO	Los testículos fueron cuidadosamente colocados fuera de los haces [C62.9-4].
DOSIS PRESCRITA	51 Gy en 17 fracciones a lo largo de 24 días.
DOSIS ADMISIBLE EN LOS ÓRGANOS EN RIESGO	Testículos: tan baja como sea posible.
TÉCNICA PROPUESTA	Dos haces laterales opuestos. Debe tenerse cuidado para evitar la irradiación de toda la sección transversal de la pierna.
POSICIONAMIENTO DEL PACIENTE	Decúbito lateral derecho e inmovilización con molde personalizado, con la pierna derecha estirada y la pierna izquierda flexionada 90°.
SECCIONES PARA LA PLANIFICACIÓN	55 cortes de TC desde la parte craneal de la pelvis a la parte caudal de la rodilla. Sección sagital reconstruida a lo largo de todo el fémur. [50 → 62].
CÁLCULO DE LA DOSIS	Planificación 3-D real.
TÉCNICA EMPLEADA	PTV: Fotones de 6 MV. Dos haces opuestos con direcciones de 90° y 270°, respectivamente. Tamaño de los haces 14 cm × 35 cm (ambos).
MEDIDAS DE CONTROL	Radiografías de simulación. Radiografía semanal de verificación. Dosimetría <i>in vivo</i> de dosis a la entrada y de dosis en los testículos en cada fracción.
ESPECIFICACIONES DE DOSIS PARA INFORME	PTV: 1. Centrado en el PTV (Punto de Referencia ICRU). 2. Máximo y mínimo.

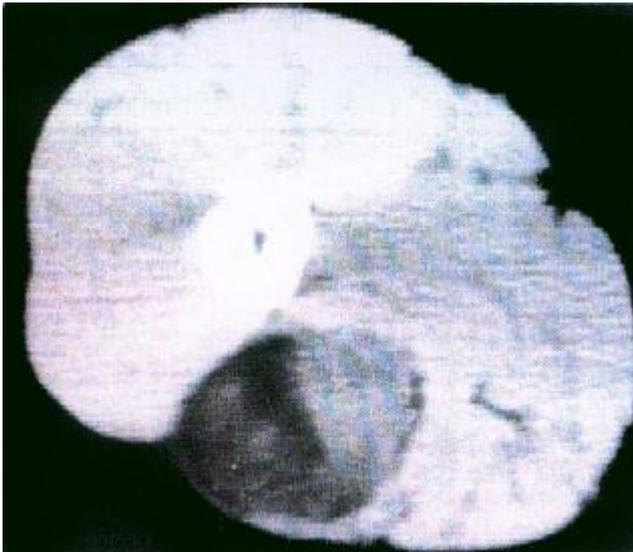


Fig. II.5.a. Se diagnosticó un liposarcoma de alto grado en la porción larga del biceps femoral basándose en las evidencias clínicas, radiológicas y citológicas.

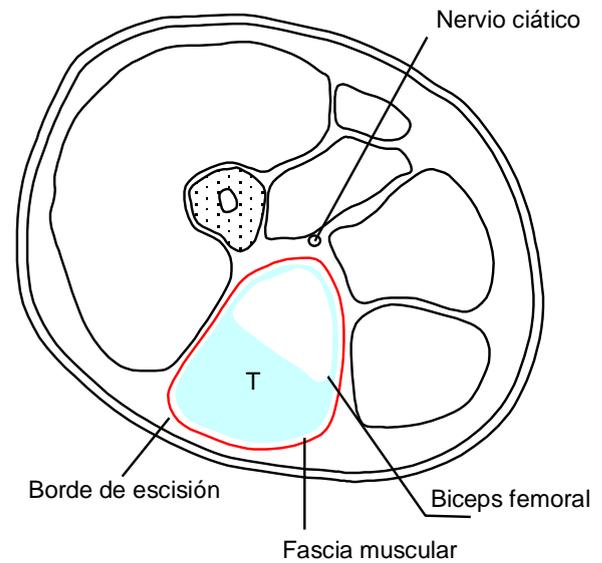


Fig. II.5.b. En la operación se encontró que la parte medial del tumor estaba embebida en la porción larga del biceps. La parte lateral del tumor sobresalía del músculo y estaba recubierto por una membrana delgada. No había seguridad de que se tratara de la fascia muscular o una pseudocápsula tumoral. Se resecaron el tumor y la porción larga del biceps en una pieza. Un examen microscópico mostró un liposarcoma de grado IV. No hubo contención fascial del tumor en la parte lateral. Por lo tanto el borde fue clasificado como marginal y se indicó radioterapia.

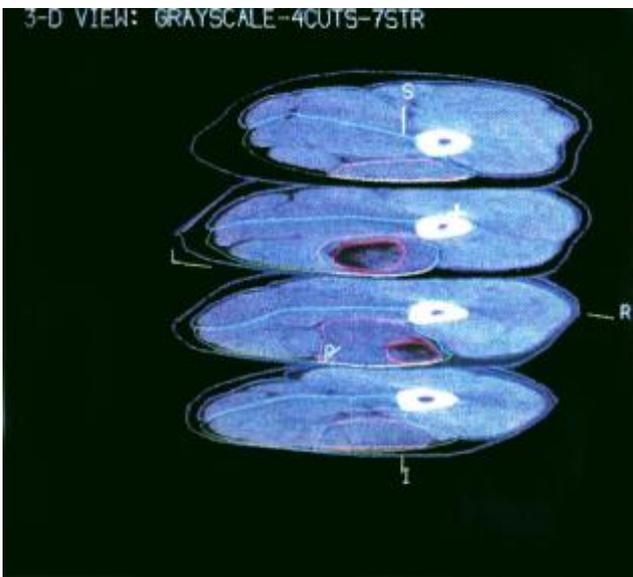


Fig. II.5.c. Representación multiplanar de 4 de las 8 secciones TC tomadas antes de la cirugía. En cada sección se visualizan el contorno exterior y los bordes de hueso, compartimentos musculares y tumor macroscópico

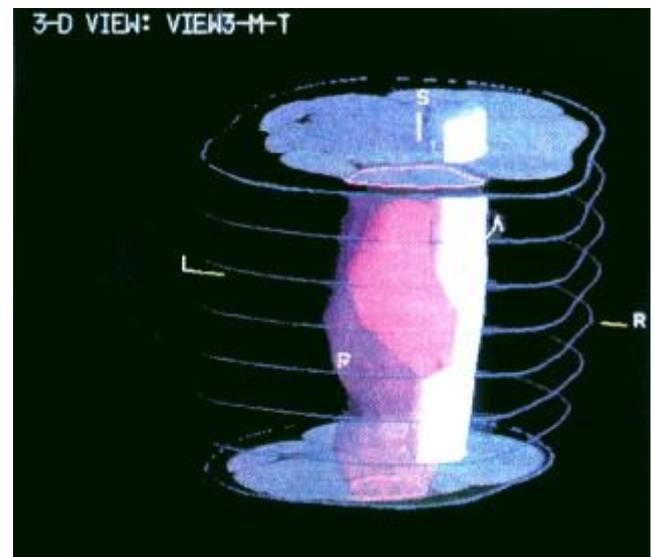


Fig. II.5.d. Imagen volumétrica construida a partir de los bordes de las 8 secciones TC descritos en la Fig. II.5.c. Las secciones proximal y distal se muestran en escala de grises. El fémur se representa como una estructura sólida (blanco) así como el tumor macroscópico (rosa) mientras el biceps se representa como una estructura semitransparente (magenta). La relación espacial entre estas estructuras se puede visualizar con facilidad. La orientación de la imagen viene dada según el sistema de coordenadas relativo al paciente (L=Izquierda, R=Derecha, S=Superior, I=Inferior, A=Anterior, P=Posterior).

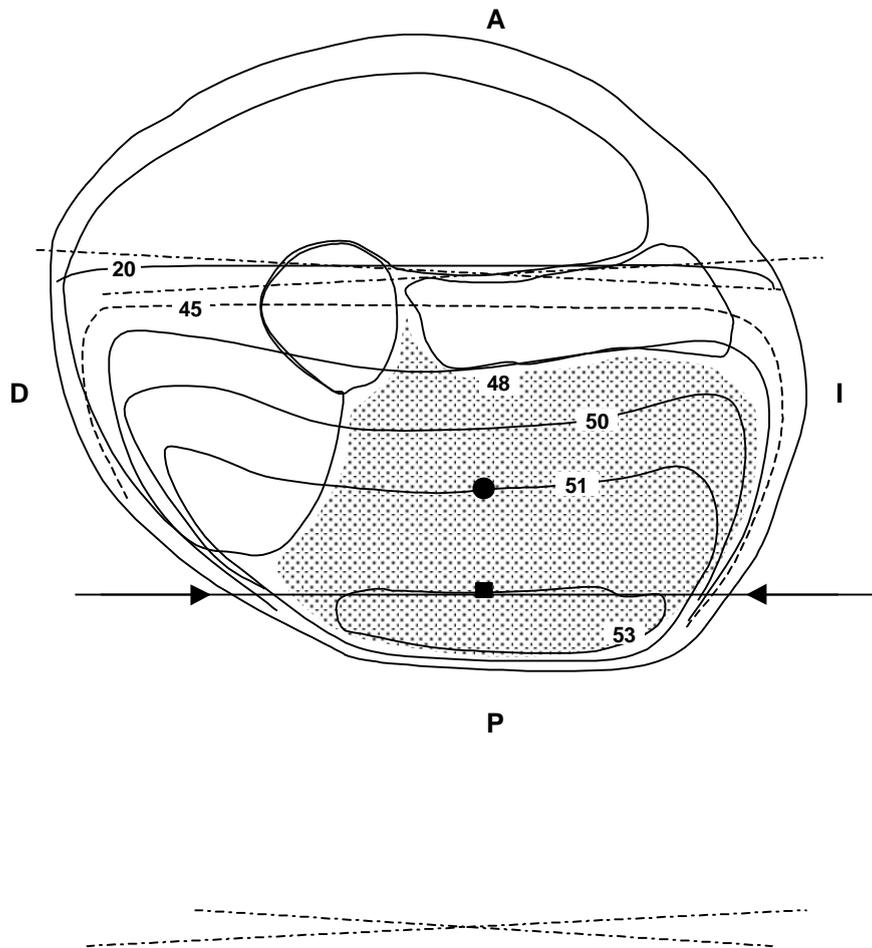


Fig. II.5.e. Sección transversal a la altura de la parte central del PTV. El CTV se definió como toda la sección del compartimento posterior. La radiación se administró mediante dos haces opuestos a 90° y 270° , respectivamente. Se evitó la irradiación de la sección completa del muslo. Los números indican los niveles de dosis absoluta (Gy) para cada curva de isodosis. La dosis blanco especificada (dosis del PTV) es 51 Gy en un punto del centro del PTV (●). Se escogió este punto como más representativo que el punto medio de los ejes de los haces (■). La dosis máxima del PTV es 53 Gy, y la dosis mínima es 45 Gy.

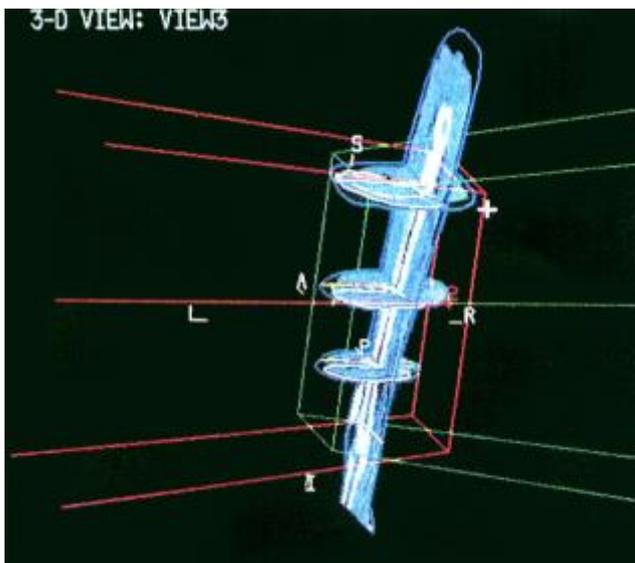


Fig. II.5.f. Se representan los límites geométricos de los dos haces en verde (haz #1) y rojo (haz #2). La sección sagital del fémur se construyó con 55 secciones de TC, de las cuales se muestran 3.



Fig. II.5.g. Posición del paciente durante la radioterapia.

Apéndice III

Valoración Relativa de la Dosis Central, Dosis Mínima y Dosis Media en la Elaboración de Informes

Se recomienda (Sección 3) la selección de un punto en el centro o en la parte central del Volumen Blanco de Planificación (PTV) como Punto de Referencia ICRU (Sección 3.3.1) y que la dosis en este punto se defina como la Dosis de Referencia ICRU (Sección 3.3.2.). Es obligatorio especificar la Dosis de Referencia ICRU y describir la variación de dosis informando también de la dosis máxima y mínima en el PTV. En la Sección 3.3.1. se dan criterios generales para seleccionar el Punto de Referencia ICRU.

Entre los oncólogos radioterapeutas y radiofísicos del mundo hay un acuerdo unánime en la necesidad de que exista uniformidad en la prescripción y en la elaboración de informes de los tratamientos. No obstante, actualmente se usan diferentes métodos (Hendricson, 1988). En la literatura científica únicamente se informa de un valor de la dosis, y dicho valor es, a menudo, usado sin más explicaciones sobre su significado. La variación de la dosis es raramente especificada y los informes basados en, p.ej., histogramas dosis-volumen, no pueden interpretarse fácilmente.

Para prescribir y realizar informes sobre la terapia de haces externos pueden emplearse varios tipos de valores de la dosis (ver Secciones 2.4.3-2.4.7). Analizaremos tres métodos comúnmente usados en la prescripción e informe de dosis en terapia de haces externos. Estos tres métodos, que emplean un único valor de dosis, son:

- dosis en la parte central del Volumen Blanco de Planificación (PTV) o en un punto próximo al centro y en el eje central de los haces o en un punto cercano a los ejes,
- dosis en la periferia del PTV, p.ej., líneas o superficies de isodosis (envolventes) abarcando el PTV, y
- dosis media en el PTV.

La valoración relativa de los tres métodos se da en la Tabla III.1. Otros métodos de información, p.ej., mediana de la dosis, dosis máxima y moda de la dosis, no serán tratados aquí.

Uno de los primeros requerimientos para la especificación de la dosis en los informes es que esta especificación sea aplicable a todas las situaciones clínicas y todos los niveles de ambición en el cálculo de la dosis. El único parámetro de dosis que satisface estos criterios es la dosis en la parte central del PTV. Esto contrasta con la situación de las dosis mínima y media en el PTV, donde, si el cálculo de dosis debe ser significativo, sólo puede hacerse en el nivel 3 y, en algún grado, en el nivel 2 (Sección 3.3.4).

Una segunda exigencia para elaborar informes dosimétricos es que el valor de la dosis debería ser físicamente preciso. En la irradiación de un medio homogéneo es obvio que la dosis a lo largo del eje central se puede calcular con buena precisión, ya que el haz está calibrado y chequeado regularmente en puntos del eje. En puntos localizados fuera del eje o en la periferia la incertidumbre en la dosis puede ser mucho mayor. Esto es causado por la inestabilidad y la heterogeneidad de la distribución de dosis, así como por el fuerte gradiente de dosis cerca del límite del haz. Así, la dosis en la periferia del PTV no puede determinarse de forma precisa y, por tanto, es inadecuada para comparaciones entre diferentes centros. Sin embargo, la dosis media puede ser calculada con buena precisión puesto que las variaciones fuera del eje son a menudo eliminadas al promediar en el interior del haz.

Desde un punto de vista radiobiológico, la dosis promedio a la población de células cancerosas es el parámetro mejor relacionado con la respuesta tumoral, siempre que la heterogeneidad de la dosis no sea demasiado grande. Sin embargo, la densidad de células tumorales en el CTV varía en gran medida y, en principio, alcanza un valor nulo en su borde. Por consiguiente, la dosis media en el PTV no corresponde necesariamente a la dosis media en la población de células tumorales y puede perder parte de su significado biológico.

Las líneas o superficies de isodosis en la periferia del PTV se usan en algunos centros para especificar la dosis (para prescribir y elaborar informes). El objetivo de esta aproximación es que todos los tejidos que contengan células tumorales reciban al menos la dosis prescrita. En estas situaciones el valor de la dosis de las líneas o superficies es idéntica a la dosis mínima en el PTV. Por tanto, la dosis en la periferia del PTV no puede ser considerada como el valor más relevante para describir el tratamiento (aun así, debe ser estimada e informada además de la dosis en el Punto de Referencia ICRU). La elección del

margen clínico de seguridad es una de las etapas más críticas de la radioterapia. Consecuentemente, el tamaño y borde del CTV pueden variar de forma considerable de un oncólogo radioterapeuta a otro, para la misma situación clínica, debido a diferentes opiniones. También, la selección de los márgenes apropiados cuando se defina el PTV puede variar de un terapeuta a otro.

La dosis en la parte central del PTV, a lo largo del eje central de los haces, debe ser informada en todos los casos. Este es el valor de dosis más representativo en el PTV. Sin embargo, para evaluar la distribución total de dosis en el PTV, también ha de informarse acerca de la variación de la dosis (dosis máxima y mínima en el PTV) (Sección 3.3.3).

TABLA III.1. Ventajas y desventajas de usar la dosis central en el PTV, la dosis mínima en el PTV y la dosis media en el PTV.

<i>Parámetro</i>	<i>Comentarios</i>
<i>CÁLCULO DE LA DOSIS</i>	
Dosis central en el PTV (=Dosis de Referencia ICRU)	Fácil determinación. Buena precisión física. Casi independiente del tipo de cálculo de la dosis (1, 2 ó 3-D).
Dosis mínima en el PTV	Se necesita computadora. Precisión física limitada. Depende del método de cálculo (1, 2 ó 3-D).
Dosis media en el PTV	Se necesita computadora. Buena precisión física. Depende del método de cálculo (1, 2 ó 3-D).
<i>SELECCIÓN DEL PUNTO DE ESPECIFICACIÓN</i>	
Dosis central en el PTV (=Dosis de Referencia ICRU)	No hay libertad de selección.
Dosis mínima en el PTV	Alguna libertad de selección. Además, la selección puede estar influenciada por la presentación de los valores de isodosis.
Dosis media en el PTV	No hay libertad de selección.
<i>INCERTIDUMBRES ESPACIALES Y MOVIMIENTOS</i>	
Dosis central en el PTV (=Dosis de Referencia ICRU)	Casi independiente.
Dosis mínima en el PTV	Dependiente.
Dosis media en el PTV	Algo dependiente.
<i>DEFINICIÓN DEL VOLUMEN BLANCO DE PLANIFICACIÓN</i>	
Dosis central en el PTV (= Dosis de Referencia ICRU)	Independiente de la delimitación del PTV. Independiente del método de adquisición de datos del paciente (1, 2 ó 3-D). Puede ser usada para todo tipo de volúmenes.
Dosis mínima en el PTV	La delimitación del PTV puede variar según el oncólogo radioterapeuta y entonces la dosis mínima depende del PTV. Dependiente del método de adquisición de datos del paciente (1, 2 ó 3-D). Puede ser usada para todo tipo de volúmenes.
Dosis media en el PTV	Dependiente de la delimitación del PTV. Dependiente del método de adquisición de datos del paciente (1, 2 ó 3-D). Poco significativa si hay gran variación de dosis en el PTV.
<i>RELEVANCIA CLÍNICA Y BIOLÓGICA</i>	
Dosis central en el PTV (= Dosis de Referencia ICRU)	Definido en una región donde la densidad de células tumorales es usualmente alta.
Dosis mínima en el PTV	Definido en una región con una densidad de células tumorales baja o variable.
Dosis media en el PTV	Variación de la densidad de células tumorales desde su valor máximo a cero.

Referencias

- ACS (1983). American Cancer Society, *Clinical Oncology for Medical Students and Physicians. A Multidisciplinary Approach*, 6th Edition, Rubin, P., Ed., page 269. (American Cancer Society, Atlanta).
- AJCC (1988). American Joint Committee on Cancer, *Manual for Staging of Cancer*, 3rd edition, Beahrs, O. H., Henson, D., Hutter, R. V. P. and Myers, M. H., Eds. (J. P. Lippincott, Philadelphia).
- BRAHME, A., CHAUDAUDRA, J., MCCULLOUGH, E., NÜSSLIN, F., RAWLINSON, A., SVENSSON, G., LANDBERG, T., ROSSI, H. and WAMBERSIE, A. (1988). "Accuracy Requirements and Quality Assurance of External Beam Therapy with Photons and Electrons," *Acta Oncologica*, Suppl. # 1.
- GOITEIN, M. (1985). "Calculation of the uncertainty in the dose delivered during radiation therapy." *Med. Phys.* **12**, 608-612.
- HENDRICKSON, F. R. (1988). "Dose Prescription Dilemma." *International Journal of Radiation Oncology, Biology, Physics*, **14**, 595-596.
- ICRU (1973). International Commission on Radiation Units and Measurements, *Measurement of Absorbed Dose in a Phantom Irradiated by a Single Beam of X or Gamma Rays*, ICRU Report 23 (International Commission on Radiation Units and Measurements, Washington).
- ICRU (1976). International Commission on Radiation Units and Measurements, *Determination of Absorbed Dose in a Patient Irradiated by Beams of X or Gamma Rays*, ICRU Report 24 (International Commission on Radiation Units and Measurements, Washington).
- ICRU (1978). International Commission on Radiation Units and Measurements, *Dose Specification for Reporting External Beam Therapy with Photons and Electrons*, ICRU Report 29 (International Commission on Radiation Units and Measurements, Washington).
- ICRU (1984). International Commission on Radiation Units and Measurements, *Radiation Dosimetry of Electron Beams with Energies between 1 and 50 MeV*, ICRU Report 35. (International Commission on Radiation Units and Measurements, Washington).
- ICRU (1985). International Commission on Radiation Units and Measurements, *Dose and Volume Specification for Reporting Intracavitary Therapy in Gynecology*, ICRU Report 38 (International Commission on Radiation Units and Measurements, Washington).
- ICRU (1987). International Commission on Radiation Units and Measurements, *Use of Computers in External Beam Radiotherapy Procedures with High-Energy Photons and Electrons*, ICRU Report 42. (International Commission on Radiation Units and Measurements, Washington).
- MIJNHEER, B. J., BATTERMANN, J. J., and WAMBERSIE, A. (1987). "What degree of accuracy is required and can be achieved in photon and neutron therapy?," *Radiotherapy and Oncology*, **8**, 237-252.
- MÖLLER, T. R., NORDBERG, U. B., GUSTAFSSON, T., JOHNSON, J.-E., LANDBERG, T. G., and SVAHNTAPPER, G. (1976). "Planning, control, and documentation of external beam therapy," *Acta Radiol. Suppl.* 353.
- RUBIN, P. (Ed.), (1975). Committee on Self-evaluation and Testing: SET R.T.1: *Radiation Oncology* (American College of Radiology, Reston, VA).
- CAP (1979). College of American Pathologists, *Systematized Nomenclature of Medicine*, (SNOMED), 2nd edition (College of American Pathologists, Northfield, IL).
- UICC (1982). International Union against Cancer, *TNM Classification of Malignant Tumours*, Spiessl, B., Scheibe, O. and Wagner, G., Eds. (Springer Verlag, Berlin).
- UICC (1987). International Union against Cancer, *TNM Classification of Malignant Tumours*. 4th edition, Hermanek, P. and Sobin, L. H., Eds. (Springer Verlag, Berlin).
- UICC (1990). International Union against Cancer, *TNM Atlas, Illustrated Guide to the TNM/pTNM Classification of Malignant Tumours*, 3rd edition. Spiessl et al., Eds. (Springer Verlag, Berlin).
- WHO (1976a). World Health Organization, *International Classification of Diseases for Oncology*, (ICD-O [9]) 1st edition, based on .9th revision) (World Health Organization, Geneva).
- WHO (1976b). World Health Organization, *Handbook for Standardized Cancer Registries*. OMS Offset Publ. No. 25 (World Health- Organization, Geneva).
- WHO (1977). World Health Organization, *International Classification of Diseases, Injuries and Causes of Death*, 9th revision. (World Health Organization, Geneva).
- WHO (1990). World Health Organization, *International Classification of Diseases for Oncology* (ICD-0 [10]) (2nd edition, based on 10th revision. (World Health Organization, Geneva).
- WITTKÄMPER, F. W., MIJNHEER, B. J. and VAN KLEFFENS, H. J. (1987). "Dose intercomparison at the radiotherapy centres in The Netherlands. 1. Photon under reference conditions and for prostatic cancer treatment." *Radiotherapy and Oncology*, **9**, 33.

Informes ICRU

Los Informes ICRU son distribuidos por su oficina de publicaciones. Se puede obtener información acerca de los precios y de la forma de pago en:

ICRU Publications
7910 Woodmont Avenue, Suite 800
Bethesda, Maryland 20814
U.S.A.

También se pueden obtener copias de los informes de:

Prof. G. E. Adams
Medical Research Council
Radiobiology Unit
Chilton, Didcot
Oxon OX11 ORD, England
Phone (0) 235- 834-393

Mrs. Brigitte Harder
Konrad Adenauer-Straße 26
D-3400 Göttingen
Federal Republic of Germany
Phone (0551) 22612

Prof. André Wambersie
Unité de Radiobiologie et Radioprotection
UCL-Cliniques St. Luc
Avenue Hipocrate, 54.69
B-1200 Brussels, Belgium
Phone (02) 764.54.68

Kazuya Yamashita, Ph. D.
The Japanes Society of Radiological Technology
Nijyo Plaza, 88 Nishinokyo,
Kitatsuboi-cho
Nakagyo-ku, Kyoto 604
JAPAN

Dr. Minoru Takada
Japan Radioisotope Association
28-45, Honkomagome 2-chome
Bunkyo-ku, Tokyo 113
JAPAN

Prof. Torgil Möller
Regional Tumor Registry
University Hospital
S-22185 Lund
SWEDEN

A continuación se enumeran los informes ICRU disponibles actualmente.

<i>Informe ICRU N°</i>	<i>Título</i>
10b	<i>Physical Aspects of Irradiation (1964)</i>
10c	<i>Radioactivity (1963)</i>
10f	<i>Methods of Evaluating Radiological Equipment and Materials (1963)</i>
12	<i>Certification of Standarized Radioactive Sources (1968)</i>
13	<i>Neutron Fluence, Neutron Spectra and Kerma (1969)</i>
14	<i>Radiation Dosimetry: X Rays and Gamma Rays with Maximum Photon Energies Between 0.6 and 50 MeV (1969)</i>
15	<i>Cameras for Image Intensifier Fluorography (1969)</i>
16	<i>Linear Energy Transfer (1970)</i>
17	<i>Radiation Dosimetry: Xrays Generated at Potentials of 5 to 150 kV (1970)</i>
18	<i>Specification of High Activity Gamma-Ray Sources (1970)</i>
20	<i>Radiation protection Instrumentation and Its Application (1970)</i>
22	<i>Measurement of Low-Level Radioactivity (1972)</i>
23	<i>Measurement of Absorbed Dose in a Phantom Irradiated by a Single Beam of X or Gamma Rays (1973)</i>

Informe ICRU N°	Título
24	<i>Measurement of Absorbed Dose in a Patient Irradiated by Beams of X or Gamma Rays in Radiotherapy Procedures</i> (1976)
25	<i>Conceptual Basis for determination of Dose Equivalent</i> (1976)
26	<i>Neutron Dosimetry for Biology and Medicine</i> (1977)
27	<i>An International Neutron Dosymetrie Intercomparison</i> (1978)
28	<i>Basic Aspects of High Energy Particle Interactions and radiations Dosimetry</i> (1978)
30	<i>Quantitative Concepts and Dosimetry in Radiobiology</i> (1979)
31	<i>Average Energie Required to Produce an Ion Pair</i> (1979)
32	<i>Methods of Assesments of Absorbed Dose in Clinical Use of Radionuclides</i> (1979)
33	<i>Radiation Quantities and Units</i> (1980)
34	<i>The Dosimetry of Pulsed Radiation</i> (1982)
35	<i>Radiation Dosimetry: Electron Beams with Energies Between 1 and 50 MeV</i> (1984)
36	<i>Microdosimetry</i> (1983)
37	<i>Stopping Powers for Electrons and Positrons</i> (1984)
38	<i>Dose and Volume Specifications for Reporting Intracavitary Therapy in Ginecology</i> (1985)
39	<i>Determination of Dose Equivalents Resulting for External Radiation Sources</i> (1985)
40	<i>The Quality Factor in Radiation Protection</i> (1986)
41	<i>Modulation Transfer Function of Screen-Film Systems</i> (1986)
42	<i>Use of Computers in External Beam Radiotherapy Procedures with High –Energy Photons and Electrons</i> (1988)
43	<i>Determination of Dose Equivalents from External Radiation Sources–Part 2</i> (1988)
44	<i>Tissue Substitutes in Radiation Dosimetry and Measurement</i> (1989)
45	<i>Clinical Neutron Dosimetry–Part I: Determination of absorbed Dose in a Patient Treated by External Beams of Fast Neutrons</i> (1989)
46	<i>Photon, Electron, Proton and Neutron Interaction Data for Body Tissues</i> (1992)
46D	<i>Photon, Electron, Proton and Neutron Interaction Data for Body Tissues, with Data Disk</i> (1992)
47	<i>Measurement of Dose Equivalents from External Photon and Electron Radiations</i> (1992)
48	<i>Phantoms and Computational Models in Therapy, Diagnosis and Protection</i> (1992)
49	<i>Stopping Powers and Ranges for Protons and Alpha Particles</i> (1992)
49D	<i>Stopping Powers and Ranges for Protons and Alpha Particles, with Data Disk</i> (1992)
50	<i>Prescribing, Recording and Reporting Photon Beam Therapy</i> (1992)

Hay disponibles encuadernaciones para los Informes ICRU. Cada encuadernación puede contener de seis a ocho informes. Las encuadernaciones llevan impresas la identificación “ICRU Reports”, y disponen de porta-etiquetas que permiten al usuario identificar los informes contenidos en cada encuadernación.

También están disponibles los siguientes informes ICRU encuadernados:

- Volumen I. Informes ICRU 10b, 10c, 10f
- Volumen II. Informes ICRU 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 20
- Volumen III. Informes ICRU 22,23,24,25,26
- Volumen IV. Informes ICRU 27, 28, 30, 31, 32
- Volumen V. Informes ICRU 33, 34, 35, 36
- Volumen VI. Informes ICRU 37, 38, 39, 40, 41
- Volumen VII. Informes ICRU 42, 43, 44
- Volumen VIII. Informes ICRU 45, 46, 47

(Los títulos de los Informes contenidos en cada encuadernación se dan en el listado de Informes anterior).

Los siguientes informes ICRU fueron sustituidos por informes posteriores y han dejado de editarse:

<i>Informe ICRU N°</i>	<i>Título y Referencia*</i>
1	<i>Discussion on International Units and Standard for X-ray work</i> , Br. J. Radiol. 23 , 64 (1927)
2	<i>International X-ray Unit of Intensity</i> , Br. J. Radiol. (new series) 1 , 363 (1928)
3	<i>Report of Comittee on Standarization of X-ray Measurements</i> , Radiology 22 , 289 (1934)
4	<i>Recommendations of the International Committee for Radiological Units</i> , Radiology, 23 , 580 (1934)
5	<i>Recommendations of the International Committee for Radiological Units</i> , Radiology, 29 , 634 (1937)
6	<i>Recommendations of the International Commission on Radiological Protection and of the International Commission on Radiological Units</i> , National Bureau of Standards Handbook, 47 (U.S. Government Printing Office, Washington, D.C., 1951)
7	<i>Recommendations of the International Committee for Radiological Units</i> , Radiology, 62 , 106 (1954)
8	<i>Report of the International Commission on Radiological Units and Measurement (ICRU) 1956</i> , National Bureau of Standards Handbook, 62 (U.S. Government Printing Office, Washington, D.C., 1957)
9	<i>Report of the International Commission on Radiological Units and Measurement (ICRU) 1959</i> , National Bureau of Standards Handbook, 78 (U.S. Government Printing Office, Washington, D.C., 1961)
10a	<i>Radiation Quantities and Units</i> , National of Standards Handbook, 84 (U.S. Government Printing Office, Washington, D.C., 1962)
10d	<i>Clinical Dosimetry</i> , National of Standards Handbook, 87 (U.S. Government Printing Office, Washington, D.C., 1968)
10e	<i>Radiobiological Dosimetry</i> , National of Standards Handbook, 88 (U.S. Government Printing Office, Washington, D.C., 1963)
11	<i>Radiation Quantities and Units</i> (International Commision on Radiation Units and Measurements, Washington, D.C., 1968)
19	<i>Radiation Quantities and Units</i> (International Commision on Radiation Units and Measurements, Washington, D.C., 1971)
19S	<i>Dose Equivalent</i> [Supplement to ICRU Repot 19] (International Commision on Radiation Units and Measurements, Washington, D.C., 1973)
21	<i>Radiation Dosimetry: Electron with Initial Energies Between 1 and 50 MeV</i> (International Commision on Radiation Units and Measurements, Washington, D.C., 1972)
29	<i>Dose Specification for Reporting External Bean Therapy with Photons and Electrons</i> (International Commision on Radiation Units and Measurements, Washington, D.C., 1978)

* Las referencias dadas están en inglés. Algunos Informes están publicados también en otros idiomas.

Índice

- Aceptabilidad de la variación de dosis, 19, 35
- Anatomía, 29, 41, 43-48
 - Codificación, 29, 41 43-46
 - Ejemplo, 47-48
- Registro, 41-49
 - Parámetros que deben registrarse, 41
- Cálculo de dosis absorbida, 49
 - Informe, 49
- Codificación anatómica, 29, 41, 43-46
 - Ejemplo, 47, 48
- Código anatómico, 43-46
- Control de calidad, 41, 42, 49
 - Informe, 49
- Definición de términos y conceptos, 3-22
- Descripción de la técnica para informar, 46-49
- Distribución de dosis absorbida, 19
- Documentación, 41, 42
- Dosis, 19-22, 29, 34, 35, 38
 - Heterogeneidad, 19-22
 - Informe, 29, 34, 35, 38
- Dosis central, 29, 34, 67, 68
- Dosis de Referencia ICRU, 35
- Dosis máxima (D_{max}), 21
 - Restricciones área-volumen, 21
- Dosis media (D_{med}), 22
- Dosis mínima (D_{min}), 22
- Ejemplos del uso de las recomendaciones, 51-65
- Elaboración de informes, 21, 22, 29-39, 46-49
 - Cálculo de dosis absorbida, 49
 - Control de calidad, 49
 - Corrección por inhomogeneidad del tejido, 35-36
 - Curvas de isodosis, 21, 49
 - Descripción de la técnica, 46, 49
 - Dosis, 49
 - Esquemas dosis-tiempo, 49
 - Fracciones, 49
 - Impresión de isodosis, 49
 - Órganos de riesgo, 39
 - Planificación del tratamiento, 35, 36, 46
 - PTV único, 38, 39
 - Puntos calientes, 22
 - Radiación de referencia, 49
 - Secciones transversales, 21, 49
 - Tasa de dosis absorbida, 49
 - Técnica, 46, 49
 - Tratamientos complejos con mas de un PTV, 39
 - Volúmenes, 29, 30
- Elementos importantes para la prescripción, registro e informe, 1
- Enfermedad no maligna, 3
- Esquema de dosis absorbida, 21, 22, 49
 - Distribución de dosis tridimensional, 21
 - Planimetría, 49
- Esquema dosis-tiempo, 49
 - Informe, 49
- Etapas en el procedimiento radioterapéutico, 3-4
- Etiquetado de curvas de isodosis, 49
- Exigencias mínimas para documentación y recomendaciones para la descripción de la técnica, 41, 46, 49
- Finalidad de la terapia, 3
 - Enfermedad no maligna, 3
 - Tratamiento paliativo de enfermedad maligna, 3
 - Tratamiento radical de enfermedad maligna, 3
- Formulario de registro, 29, 42
 - Informe, 29, 42
- Fracciones, 49
 - Informe, 49
- Histogramas dosis-área, 20
- Histogramas dosis-volumen, 20
- Incertidumbres, 19, 21
- Informe de dosis, 30-36
 - Dosis de referencia ICRU, 35, 51-67
 - Dosis media, 35, 62
 - Dosis ponderadas biológicamente, 35
 - Histogramas dosis-área/volumen, 36
 - Máximo, 35
 - Mínimo, 35
 - Nivel 1: Técnicas básicas, 35, 39
 - Nivel 2: Técnicas avanzadas, 36, 39
 - Nivel 3: Técnicas en desarrollo, 36, 39
 - Órganos de riesgo, 39
 - Tres niveles de evaluación de dosis, 35-36
- Informe de volúmenes, 29-30
- Introducción, 1-2
- Mediana de la dosis ($D_{mediana}$), 22, 62
- Moda de la dosis (D_{moda}), 26
- Niveles para el informe, 35-36
- Órganos de riesgo, 19, 39
 - Definición, 19
 - Informe, 39

- Planificación del tratamiento, 46-49
 - Informe, 46
 - Uso de secciones, 49
- Propósito de la especificación de dosis, 1-2
- Prescripción de la terapia, 1, 3
- PTV único, 38
 - Configuración compleja de campos, 38
 - Configuración simple de campos, 38
- Puntos calientes, 22, 39, 52
 - Definición, 22
 - Ejemplo, 52
 - Informe, 39
 - Restricciones área-volumen, 22
- Punto de referencia ICRU, 26, 30-35, 52, 55, 58, 62, 63, 65
 - Ejemplo, 31-35, 52, 55, 58, 62, 63, 65
- Radiación de referencia, 49
- Recomendaciones generales para informar de las dosis, 30
- Recomendaciones generales para informar de los volúmenes, 29
- Recomendaciones para la elaboración de informes, 29-39
- Referencias, 69
- Representación de una distribución espacial de dosis, 30
- Secciones transversales, 46, 49
 - Informe, 49
 - Visualización, 49
- Terapia de sobreimpresión, 6, 39, 53-58
- Tratamientos complejos con mas de un PTV, 39
 - Informe, 39
 - PTV's adyacentes, 39
 - PTV's solapados, 39
- Tratamiento paliativo de la enfermedad maligna, 3
- Tratamiento radical de la enfermedad maligna, 3
- Tres niveles de evaluación de dosis para informar, 35-36
- Variación de dosis en el PTV, 19-21, 35
- Volumen blanco, 7
- Volumen Blanco Clínico (CTV), 5, 7-13, 20, 23-25, 29, 47-48
 - Cambio en el tamaño, forma y localización durante el tratamiento, 7
 - Codificación, 7, 29, 47-48
 - Ejemplo, 5, 8-13, 23-25
 - Informe, 29
- Volumen Blanco de Planificación (PTV), 5, 7-13, 20, 23-25, 29, 60
 - Definición, 7-12
 - Ejemplo, 5, 13, 20, 60
 - Incertidumbres, 7-12
 - Informe, 29
 - Penumbra, 7
 - Volumen blanco, 7
- Volumen irradiado, 5, 16-18, 30
 - Definición, 16-18
 - Ejemplo, 5
 - Informe, 30
- Volumen Tratado, 5, 16, 30
 - Definición, 16
 - Ejemplo, 5
 - Informe, 30
- Volumen Tumor Macroscópico (GTV), 4-6, 8, 9, 23, 29, 43-46
 - Codificación, 43-46
 - Definición, 6
 - Ejemplo, 5, 8, 9, 23
 - Evaluación, 5
 - Informe, 29
- Volúmenes, 3-18, 29-30
 - Informe, 29-30